جغرافية المناخ التطبيقى



دكتور

محمد إبراهيم محمد شرف

أستاذ المناخ التطبيقي

رئيس قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب جامعة الاسكندرية

دار المعرفة الجامعية

جغرافية المناخ التطبيقي

جغرافية المناخ التطبيقي

دكتـــور

محمد إبراهيم محمد شرف

أستاذ المناخ التطبيقي

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

٢٠٠٨

دار المعرفة الجامعية

٤٠ ش سوتير - الأزاريطة ت: ٤٨٧٠١٦٣

٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي ت ٥٩٧٣٤٤٦

محمد إبراهيم محمد شرف
جغرافية المناخ التطبيقي
تصنيف ديوي الدولي ٥٥١,٦
رقم الايداع ٢١٥٢٧ / ٢٠٠٥
الترقيم الدولي 9 - 312 - 273 - 977

دار المعرفة الجامعية
للطبع والنشر والتوزيع

- الإدارة: ٤٠ شارع سوتير - الأزاريطة - الإسكندرية
ت: ٤٨٧٠١٦٣

- الفرع: ٣٨٧ شارع قنال السويس - الشاطبي - الإسكندرية
ت: ٥٩٢٣١٤٦



إنَّ في خَلْقِ السموات والأرْضِ واخْتلافِ الليْلِ والنّهارِ والفُلْكِ التي تجْرِي في البحْرِ بمَا ينفعُ النّاسَ ومَا أنزلَ اللّهُ منَ السَّماءِ منْ مَاءٍ فأحيَا بهِ الأرْضَ بعْدَ موْتِهَا وبثَّ فيهَا منْ كلِّ دابَّةٍ وتصرِيفِ الرِّياحِ والسَّحابِ المسخَّرِ بيْنَ السَّماءِ والأرْضِ لآياتٍ لقوْمٍ يعقلونَ ﴿١٦٤﴾

صدق الله العظيم

(سورة البقرة ١٦٤)

إهـــداء

إلـــي..ياسـمين

مقدمة

تطور البحث الجغرافى التطبيقى بشكل ملحوظ فى الفكر الجغرافى العالمى خلال العقود الأخيرة، فانتقلت الدراسات الجغرافية نقلةً متطورةً فاتسع نطاق تطبيقاتها بسبب تعدد مصادر البيانات والانفتاح على التقنيات الآلية فى نظم وتحليل المعلومات وما صاحب ذلك من زيادة القدرة على تفسير وتحليل الظاهرات واستخلاص النتائج، فبرز الجانب النفعى للجغرافيا واهتمت الدراسات الجغرافية الحديثة بمعالجة القيمة الاقتصادية للعوامل البيئية وتقييم أشكال النشاط البشرى فى ضوء العلاقات المتبادلة بينها وبين العناصر البيئية بهدف تعظيم الجانب النفعى منها وإيجاد الحلول المناسبة للمشكلات البيئية التى أفرزها التطور والتنوع الهائل لأشكال النشاط البشرى.

وقد اهتمت الدراسات الجغرافية الحديثة بدراسة الجوانب التطبيقية بين المناخ وبعض الظاهرات الطبيعية والبشرية وهى ما يعرف بعلم المناخ التطبيقى Applied Climatology وتوضيح دور المناخ فى تطور الظاهرات وتكونها ومظاهر النشاط البشرى وكذا دور الإنسان فى تغير خصائص المناخ المحلى أو الإقليمى. وتزايدت أهمية البحث فى مجال المناخ التطبيقى على مستوى العالم والإقليم والمدينة والضاحية والحى، فالمناخ والإنسان - إينما عاش - متلازمان يؤثر كل منهما فى الآخر، وتعددت الدراسات المناخية التطبيقية وتركزت أهدافها فى تحليل العلاقة بين المناخ ومظاهر النشاط البشرى بهدف تحديد صور الانتفاع بعناصر المناخ وتعظيم القيمة النفعية لها، وإيجاد الحلول للمشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية الناجمة عن ذلك التفاعل المتبادل المتنامى بين الإنسان والمناخ.

ولاقت دراسات المناخ التطبيقى فى مجالات الزراعة والعمران إقبالاً كبيراً من قبل الباحثين ونجحت نجاحاً عالياً وإزدادت الثقة والمصداقية فيها من قبل متابعيها لما تعتمد عليه من أسلوب تحليلى زمنى ومكانى وإحصائى يربط المناخ بالمجتمع ويدعم الصلة بينهما، واتسع مجال المناخ التطبيقى فشمل أنشطة النقل،

الصناعة، التعدين، السياحة، التبادل التجارى، السياسة، والمجال العسكرى وأصبحت النشرات الجوية وتقارير التوقع بالطقس تحوز على اهتمام العاملين بتلك المجالات، بل أصبح كل مجال يطلب نشرة جوية متخصصة تتوافق مع أغراضه وأساليبه لكى يحقق أنسب استفادة ممكنة من أحوال المناخ ويعظم منفعته منه من ناحية، ويتلافى تقلباته وانحرافاته ويعد العدة لها لتقليل الأضرار التى يمكن أن تواجه تلك الأنشطة من ناحية أخرى.

وعلى الرغم من تزايد أهمية البحث فى مجال المناخ التطبيقى على المستويات العالمية أو الإقليمية أو المحلية إلا أنه موضوع لا تزال قائمة المقررات الدراسية فى معظم أقسام الجغرافيا خالية منه وأن عدد الباحثين المتخصصين فيه قليل للغاية، وقد أخذ قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية بكلية الآداب – جامعة الإسكندرية المبادرة وبدأ فى تدريس موضوع المناخ التطبيقى منذ ثلاث سنوات وأدرجه ضمن لائحته الدراسية الحديثة التى تهدف إلى الإرتقاء بالمستوى العلمى والفكرى للطلاب فى مرحلة الليسانس وتفتح الطريق لطلاب الدراسات العليا لتناقش الجانب النفعى للمناخ وكيفية تحديده والتوافق معه لتعظيم قيمة الموارد الطبيعية واقتصادياتها.

ويحتاج دارس المناخ التطبيقى إلى دراسة الغلاف الجوى وإدراك خصائصه ومكوناته ومظاهره، وأن يكون ملماً بالعلاقات بين المناخ والظاهرات الطبيعية والبشرية والاقتصادية لكى يتعرف على الجانب النفعى للمناخ بكل دقة وحتى يعظم عملية الاستفادة منه ويطوعها لأغراضه لتحقيق أفضل قيمة اقتصادية لمشروعاته ويعالج أخطائها ويصحح مسارها.

ويهدف هذا الكتاب إلى إبراز الجانب النفعى للمناخ فى مجالات متعددة من أشكال النشاط البشرى، ويلقى الضوء بشكل مفصل على موضوعى المناخ الزراعى، والمناخ الحضرى اللذان تركزت حولهما معظم دراسات المناخ التطبيقى الحديثة، ويعرض بعض الدراسات التطبيقية التفصيلية فى هذين المجالين.

وقد حاولنا أن يكون أسلوب معالجة موضوعات الكتاب أبسط ما يكون حتى يسهل على القارئ تتبعها، كما تشكل الدراسات التطبيقية الملحقة بالكتاب نموذجاً علمياً متطوراً فى مجال المناخ التطبيقى من حيث أسلوب جمع البيانات ومعالجتها وتحليلها وتفسير النتائج المترتبة عليها لتكون دليلاً للطلاب والباحثين يسترشدون به فى حالة اختيارهم للبحث فى هذا التخصص، ولقد اعتمدنا فى إعداد هذا الكتاب على مصادر متنوعة من الكتب والدراسات التطبيقية الحديثة والتى اعتمدت معظمها على الأساليب الحديثة والتقنيات الآلية ونظم المعلومات الجغرافية وتحليل مرئيات الأقمار الإصطناعية فى التطبيق والبحث.

ولا ندعى كمالاً فالكمال لله وحده، فهذا الكتاب يمثل محاولة لابراز الدور الجغرافى للإنتفاع بالمناخ فى مجال المناخ التطبيقى، وأحمد الله عز وجل على توفيقه لى لإتمام هذا العمل وأسأله أن يعم به النفع، والله ولى التوفيق ...

الإسكندرية فى سبتمبر ٢٠٠٥

أ.د محمد إبراهيم محمد شرف

الفصل الأول

عناصـــر الجــو

- مقدمة.
- الغلاف الجوي.
- الاشعاع الشمسي.
- درجة الحرارة.
- الضغط الجوي.
- الرياح.
- الرطوبة النسبية.
- التكاثف.
- التساقط.
- الكتل الهوائية.
- الاعاصير.
- ضد الاعصار.

مقدمة ..

يغلف كوكب الأرض غلافاً غازياً عديم اللون – يرتبط بالأرض بفعل الجاذبية الأرضية- يعرف بالغلاف الجوى The Atmosphere، وهو نتاج عمليات فيزيائية وكيميائية طويلة بدأت منذ نشأة الكرة الأرضية.

وينقسم الغلاف الجوى إلى مستويين رئيسيين تبعاً لطبيعة المكونات الغازية لكل منهما، المستوى الأول: يتحدد من مستوى سطح البحر وحتى إرتفاع حوالى ٨٠ كيلو متراً وتتصف مكوناته الغازية بأنها مختلطة أو متجانسة ويسمى الهوموسفير Homosphere، أما المستوى الثانى: يوجد أعلى المستوى الأول ويمتد حتى نهاية الغلاف الجوى (عشرة آلاف كيلو متر فوق مستوى سطح البحر تقريبا) وتتصف مكوناته الغازية بأنها غير مختلطة أو غير متجانسة ويسمى Heterosphere.

ويتكون هواء طبقة الهوموسفير من مجموعة من الغازات المختلطة تتوزع بنسب مختلفة يوضحها الجدول التالى رقم (١).

جدول رقم (١)

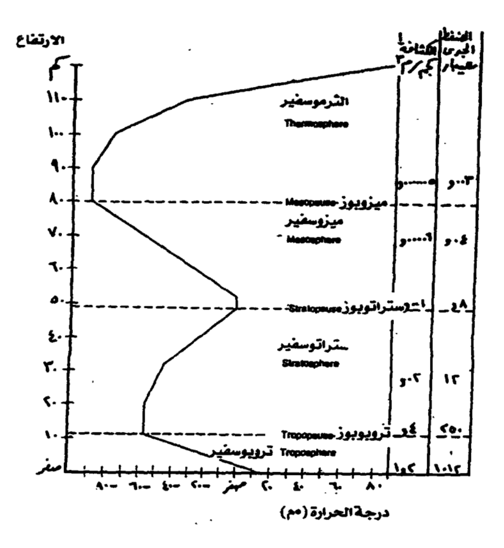
توزيع نسب الغازات المكونة للغلاف الجوي في طبقة الهوموسفير

الغاز	الجزئ	نسبته من إجمالي حجم الهواء (٪)	درجة التركيز جزء في المليون
نيتروجين	N_2	٧٨,٠٨٤	٧٨٠٨٤٠,٠
أكسجين	O_2	٢٠,٩٤٦	٢٠٩٤٦٠,٠
أرجون	Ar	,٩٣١٣	٩٣١٣,٠
ثانى أكسيد الكربون	Co_2	,٠٣٧	٣٧٠,٠
نيون	Ne	,٠٠١٨٢	١٨,٢
هيليوم	He	,٠٠٠٥٢٤	٥,٢٤
ميثان	CH_4	,٠٠٠١٧	١,٧(عام ١٩٩٣)
كريبتون	Kr	,٠٠٠١١٤	١,١٤
هيدروجين	H_2	,٠٠٠٠٥	,٥
أكسيد النيتروز	No	,٠٠٠٠٣٠٥	,٣٠٥ (عام ١٩٩٥)
أوزون	O_3	,٠٠٠٠٠٥	,٠٥ (عام ١٩٩٥)
اجزيلون	Xe	,٠٠٠٠٠٩	,٠٩

ويتضح من تتبع أرقام الجدول رقم (١) أن النسبة الأكبر من حجم الهواء فى طبقة الهوموسفير تتشكل من غازى النيتروجين والأكجسين (٩٩,٠٣ ٪ من حجم الهواء) فى حين تتوزع النسبة الباقية (٠,٩٧ ٪) على باقى الغازات المكونة للغلاف الجوى.

ويتكون هواء طبقة الهتروسفير من أربع طبقات متتالية تترتب حسب كثافتها ويفصلها عن بعضها مناطق انتقالية، ويشكل غاز النيتروجين الطبقة الأولى الدنيا ثم يعلوها الأكسجين، الهليوم، ثم الهيدروجين.

وينقسم الغلاف الجوى إلى أربعة مستويات تبعاً للتغير الرأسى فى درجة حرارة الهواء فى كل منها، يوضحها الشكل التالى رقم (١).



شكل رقم (١) التغير الحراري في طبقات الغلاف الجوي

ويتضح من الشكل رقم (١) الذى يعبر محوره الرأسى عن قيم الارتفاع عن مستوى سطح البحر بالكيلومتر، ومحوره الأفقى عن قيم درجة حرارة الهواء بالدرجات المئوية ما يلى:

١- تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع بعيداً عن سطح البحر وحتى ارتفاع ١٣كم فى المتوسط خلال الطبقة الأولى التى تعرف بالتروبوسفير Troposhere ويرجع السبب فى انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع إلى البعد عن سطح الأرض مصدر الأشعة الحرارية، وإلى انخفاض كمية المواد العالقة وكمية بخار الماء بالارتفاع بعيداً عن سطح الأرض وهما عاملان يساعدان فى رفع درجة حرارة الهواء، والى انخفاض كثافة الهواء بالارتفاع مما يساعد على انخفاض طاقته الحركية وانخفاض حرارته.

٢- تثبت درجة الحرارة من نهاية التروبوسفير وبداية الطبقة الثانية التى تعرف بالاستراتوسفير Stratosphere حتى ارتفاع ٢٠كم فى المتوسط ثم تزداد تدريجيا حتى نهاية الاستراتوسفير (٥٠ كيلو متراً فوق سطح البحر)، ويرجع السبب فى ارتفاع درجة الحرارة بالارتفاع داخل طبقة الاستراتوسفير الى احتوائها على طبقة غاز الأوزون الذى يقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية خلال العمليات الضوئية الكيميائية المكونة لجزيئاته ثم يطلقها على شكل طاقة حرارية فترتفع الحرارة.

٣- تثبت درجة الحرارة بالارتفاع من نهاية الاستراتوسفير وبداية الطبقة الثالثة التى تعرف بالميزوسفير Mesosphere حتى ارتفاع ٥٢ كم فى المتوسط ثم تنخفض تدريجيا حتى نهايتها (٨٠ كيلو متر فوق سطح البحر).

٤- ترتفع درجة الحرارة تدريجيا من نهاية الميزوسفير وبداية الطبقة الرابعة التى تعرف بالثرموسفير Thermospher حتى نهاية الغلاف الجوى (عشرة آلاف كيلو مترفوق سطح البحر تقريباً، ويرجع السبب فى ارتفاع درجة الحرارة بالارتفاع هنا الى عملية تأين جزئيات كل من غاز النيتروجين والاكسجين بواسطة الاشعاع الشمسى الذى يجرد ذرات النيتروجين والاكسجين من الإلكترونات تاركاً كل منهم كأيونات لها شحنات موجبة.

وتحتوى طبقة التروبوسفير على نحو ٨٠٪ من حجم الغلاف الجوى، كما أنها الطبقة الوحيدة التى تحتوى على بخار الماء والمواد العالقة، ويعد مستواها الأدنى (يمتد من مستوى سطح البحر وحتى ارتفاع ثلاثة كيلو مترات) اكثر طبقات الغلاف الجوى اضطراباً حيث تحدث فيه معظم الظاهرات الجوية التى تتحكم فى توزيع خصائص المناخ على سطح الأرض.

الاشعاع الشمسي The Sun Shine

تعد الطاقة الشمسية الاساس الذى تقوم عليه جميع أشكال الحياة على كوكب الأرض، ويقود كل دورات كل من الغلاف الجوى، والغلاف المائى واليابس، فجميع العمليات المناخية المؤثرة فى سطح الأرض هى محصلة الانتقالات فى الطاقة الشمسية من الشمس نحو الأرض على مدار السنة، والمرتدة من الأرض نحو الغلاف الجوى.

وينقسم الاشعاع الشمسى إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب المدى الطيفى لكل نوع، **الأول:** هو مجموعة الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Radiation (UV)، وأشعة اكس X Rays، وأشعة جاما Gamma Rays. وتمثل كميتها نحو ٩٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى. **والثاني:** الاشعة المرئية visible light وتمثل كميتها نحو ٤٥٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى، **والثالث:** الاشعة الحرارية (تحت الحمراء) Infrared Radiation وتشكل نحو ٤٦٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى.

ويتعرض الاشعاع الشمسى أثناء رحلته إلى سطح الأرض للانعكاس Reflection، أو التشتت والتبعثر Scattering، أو الامتصاص Obsorption بواسطة الغازات والسحب والمواد العالقة وفى النهاية يصل الجزء المتبقى منه الى سطح الأرض. وفى حالة انعكاس الأشعة تسمى النسبة بين مقدار الاشعة المنعكسة من سطح ما ولجمالى الأشعة الواصلة اليه بتعبير الألبيدو Albedo ويعبر عنها الصيغة التالية:

$$\text{نسبة الألبيدو} = \frac{\text{مقدار الاشعة المنعكسة من سطح ما}}{\text{مقدار الاشعة الواصلة الى السطح نفسه}} \times ١٠٠$$

ويعد السطح عالى الألبيدو عندما يعكس كمية كبيرة من الاشعة الشمسية الواصلة اليه وهذا يحدث فى الأسطح فاتحة اللون والعكس صحيح.

وأوضحت قياسات الاقمار الاصطناعية المناخية أن نحو ٤٩٪ من الاشعاع الشمسى المتجه نحو الأرض يفنى داخل الغلاف الجوى وأن ما يصل إلى سطح الأرض ويؤثر فيه هو ٥١٪ من الاشعاع الشمسى المتجه اليه. ثم تتحول تلك النسبه إلى اشعاع حرارى ينبعث من سطح الأرض نحو الغلاف الجوى ويسمى بالاشعاع الأرضى Terresterial Radiation.

وتقدر كمية الطاقة الشمسية الواصلة إلى كل سم٢ من سطح الأرض بنحو ١,٩٥ كالورى جرام فى الدقيقة الواحدة، وتعادل هذه الكمية نحو ١٣٩٢ وات لكل متر مربع، ويسمى ذلك ثابت الاشعاع ويتم حساب اجمالى كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض بالصيغة التالية:

اجمالى كمية الطاقة الشمسية الواصلة لسطح الأرض = ١٣٩٢ وات × ط نق٢

= ١٠ ^١٢^ × ١٧٧٥٠٢ وات.

وتستهلك تلك الكمية من الطاقة الشمسية فى العمليات الطبيعية على سطح الأرض مثل التحول الحرارى، صور تكاثف بخار الماء، التساقط، الرياح، التيارات المائية، التمثيل الكلوروفيلى، تحلل المواد العضوية، حركة المد والجزر، تدفق المياه الجوفية الحارة، تكون الوقود الاحفورى، الطاقة الذرية، طاقة الجاذبية على سبيل المثال لا الحصر.

وتتباين شدة الاشعاع الشمسى وطول فترة سطوعه على سطح الأرض تبعا لاختلاف زاوية سقوط الاشعة الشمسية على سطح الأرض، والى لختلاف طول النهار على مدار العام بسبب لختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس.

درجة الحرارة The Temperature

تتكون المادة من ذرات أو جزئيات تكون فى حركة دائمة تعرف بالطاقة الحركية Kinetic Energy للذرة أو الجزىء المكون للمادة، وتعرف الحرارة Heat بأنها كمية الطاقة الحركية فى الذرة الواحدة أو الجزىء الواحد للمادة، ولا تتحرك الذرات أو الجزئيات بنفس السرعة فى كل وقت فتتباين الطاقة الحركية لها وبالتالى حرارتها، وتعرف درجة الحرارة Temperature بأنها مقياس يحدد متوسط كمية الطاقة الحركية للذرة الواحدة أو الجزىء الواحد.

ويتم التعبير عن درجة الحرارة بثلاثة مقاييس أساسية، فالشائع هو المقياس المئوى Celsius Scale أو الدرجة المئوية (° م) وهو مقياس رقمى مقسم إلى ١٠٠ درجة تبدأ من درجة تجمد الماء وهى الصفر المئوى وينتهى عند درجة غليان الماء وهى ١٠٠°م.

وتستخدم مجموعة قليلة جداً من دول العالم من بينها الولايات المتحدة الأمريكية المقياس الفرنهيتى Fahrenheit Scale (° ف) وهو مقسم إلى ١٨٠ درجة تبدأ من درجة تجمد المياه وهى ٣٢ °ف، وتنتهى عند درجة غليان الماء وهى ٢١٢° ف.

أما المقياس الأخير فهو مقياس هام ومفيد يسمى مقياس كلفن Kelvin (° ك) وهو يبدأ من درجة الصفر المطلق Absolute Zero وهى الدرجة التى تتوقف عندها حركة جزئيات المادة (لاينتج عندها حرارة) وهى تعادل -٢٧٣,١٥°م (-٤٥٩,٦٧°ف) وأى جسم له درجة حرارة أكبر من الصفر المطلق يعنى أنه يقوم بنقل الطاقة الحركية إلى البيئة المحيطة به على شكل موجات حرارية تتحرك بسرعة الضوء وتبعاً لهذا المقياس فان درجة تجمد المياه تكون ٢٧٣,١٥ درجة مطلقة ودرجة غليان الماء تكون ٣٧٣,١٥° مطلقة.

وفى حالة الرغبة فى تحويل المقياس المئوى إلى المقياس الفرنهيتى يتم التحويل عن طريق النسبة بين عدد وحدات كل منهما، فتكون النسبة بينهما

١٠٠ : ١٨٠ على الترتيب، أو ٥ : ٩ على الترتيب. ولأن المقياس الفرنهيتى يتزحزح بمقدار ٣٢ وحدة بالنسبة للمقياس المئوى فيؤخذ ذلك فى الاعتبار عند التحويل على النحو التالى:

الدرجة الفرنهيتية (°ف) = (٩ ÷ ٥ × الدرجة المئوية) + ٣٢

الدرجة المئويـــة (°م) = ٥ ÷ ٩ (الدرجة الفرنهيتية – ٣٢)

وفى حالة الرغبة فى تحويل المقياس المئوى إلى المقياس المطلق (كلفن) يضاف ٢٧٣,١٥ الى الدرجة المئوية.

وتتباين درجة حرارة الهواء زمانياً على مدار اليوم الواحد، وعلى مدار شهور السنة كنتيجة طبيعية لتباين الاشعاع الشمسى المرتبط بحركة دوارن الأرض حول محورها يومياً، وحركة دوران الأرض حول الشمس سنوياً، وينتج عن ذلك دورة يومية لدرجة الحرارة موزعة على ساعات اليوم الواحد، وأخرى سنوية موزعة على شهور السنة.

وتتباين درجة الحرارة من منطقة الى اخرى أو من مكان الى آخر على سطح الأرض، تبعاً لتباين طبيعة سطح الأرض من يابس أو ماء، اختلاف مناسيب سطح الأرض، تنوع الغطاء النباتى، بالاضافة الى تباين التضاريس، وامتداد الغطاءات الجليدية، ونشاط الثورانات البركانية، وحركة التيارات البحرية، وتسرب حرارة باطن الأرض من خلال الشقوق والفوالق والينابيع والحفر وغيرها من العوامل المكانية التى لايمكن حصرها.

الضغط الجوي The Pressure

يعرف الضغط الجوى بأنه وزن عمود الهواء (الذى يمتد من الحد العلوى للغلاف الجوى وحتى سطح الأرض) فوق كل سنتيمتر مربع على سطح الأرض، ويعد الضغط الجوى عاملاً بيئياً هاماً يؤثر فى حياة الكائنات الحية فهو ينظم عملية دفع الهواء داخل اجسامها (التنفس)، وفى توزيع حركة الهواء الرأسية والأفقية على سطح الأرض (الرياح)، وهذا بدوره يشارك فى توزيع

درجة الحرارة على سطح الأرض، وتوزيع كمية بخار الماء، وحركة السحب، وبالتالى التساقط، ويدل ذلك على أهمية الضغط الجوى وأثره على النظام البيئى على سطح الأرض.

وينخفض سمك الغلاف الجوى بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، وكذلك تتناقص الغازات الثقيلة التى تدخل فى تركيب الهواء ويصبح أقل وزناً (ضغطاً)، ولهذا السبب يكون الضغط الجوى أكبر ما يمكن عند سطح البحر وينخفض تدريجياً بالارتفاع رأسياً بعيداً عن سطح الأرض.

ويؤثر انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع رأسياً بعيداً عن مستوى سطح البحر سلباً على صحة الانسان ومعيشته فيؤدى انخفاض الضغط الجوى الى انخفاض كمية الاكسجين الداخلة الى الدم عبر الرئتين، ويصاب الإنسان بما يعرف بدوار الجبل على ارتفاع يتراوح بين ٣٠٠٠ متراً، ٤٥٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر وهو يسبب الضعف والصداع ونزيف الأنف.

كما يؤثر انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع فى المركبات الجوية وبخاصة الطائرات فيجب أن يتعادل الضغط الجوى داخل الكابينة مع مثيله عند مستوى سطح البحر طوال فترة رحلة الطيران ويتطلب ذلك تعديل قيمة الضغط الجوى أثناء صعود الطائرة أو هبوطها باستمرار.

ويتباين توزيع الضغط الجوى من مكان إلى آخر على سطح الأرض تبعا للتباين الأفقى فى درجة الحرارة والتوزيع الجغرافى وكمية بخار الماء فى الجو، وحركة تقابل الهواء أفقياً وصعوده إلى أعلى أو تشعبه أفقيا وهبوطه الى أسفل. فالهواء الدافىء يشكل ضغطاً أقل من مثيله الذى يسببه الهواء البارد. كما أن زيادة بخار الماء فى الهواء تؤدى إلى انخفاض وزن الهواء وانخفاض ضغطه، ويرتفع الضغط الجوى عند اندفاع الهواء هابطاً من طبقات الجو العليا نحو سطح الأرض، وينخفض الضغط الجوى عند صعود الهواء إلى أعلى بعيدا عن سطح الأرض.

ويتباين توزيع الضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية تبعاً لتباين العوامل المؤثرة فيه، فتتحدد سبعة نطاقات للضغط الجوى على سطح الأرض، أربعة منها للضغط الجوى المرتفع، وثلاثة نطاقات للضغط المنخفض موزعة كالتالى:

١- نطاق الضغط المنخفض عند الدائرة الاستوئية.

٢- نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً.

٣- نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوباً.

٤- نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً.

٥- نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً.

٦- نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الشمالى.

٧- نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الجنوبى.

ويتم التعبير عن قيمة الضغط الجوى بالمللبيار وهو يعادل ٠٠١, من البار، ويعادل ١٠٠٠ داين/سم٢ (١).

الرياح The Wind

تتباين كثافة الهواء فى الغلاف الجوى بسبب تباين حرارته ومن ثم يتحرك الهواء أفقياً ورأسياً، فالرياح هى الهواء المتحرك الذى ينشأ بفعل التباين الأفقى والرأسى فى كثافة الهواء والضغط الجوى.

ويتحرك الهواء رأسياً فيكون صاعداً عند مناطق الضغط المنخفض، وهابطاً عند مناطق الضغط المرتفع، ويتحرك الهواء أيضاً أفقياً فوق سطح الأرض من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض، ومن الصعب الفصل بين حركة الهواء الأفقية وحركته الرأسية فهما يشتركان معاً فى آلية واحدة تعرف بالدورة الهوائية العامة على سطح الأرض.

---

(١) الداين هو مقدار القوة اللازمة لتحريك جرام واحد من المادة ملليمتر واحد فى الثانية.

وتتباين سرعة الرياح على سطح الأرض تبعا لتباين الفارق فى الضغط الجوى بين النطاق الذى تتحرك منه الرياح نحو النطاق الآتية إليه الرياح، وهو ما يعرف بمعدل انحدار الضغط الجوى الذى يتم حسابه بالصيغة التالية:

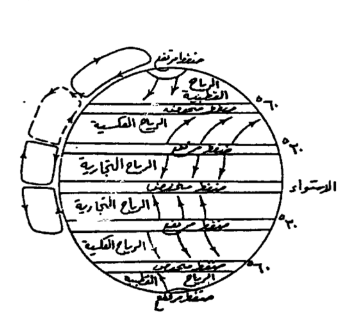
$$\text{معدل انحدار الضغط الجوى (ملليبار / كم)} = \frac{\text{الفارق فى الضغط الجوى بين نقطتين (ملليبار)}}{\text{المسافة بين النقطتين (كم)}}$$

وينشأ عن دوران الكرة الأرضية حول محورها من الغرب الى الشرق وانتقال الرياح من نطاقات الضغط المرتفع نحو نطاقات الضغط المنخفض أن تنحرف الرياح نحو الشرق فى حالة انتقالها من دائرة عرض ذات محيط أكبر الى دائرة عرض ذات محيط أصغر، وتنحرف الرياح نحو الغرب فى حالة العكس. كما تؤثر قوى الاحتكاك بين الرياح ومظاهر سطح الأرض مثل التضاريس، المسطحات المائية، الاشكال النباتية، المبانى وغيرها على سرعة واتجاه الرياح فتنخفض سرعتها ويتغير اتجاهها فى حالة اعتراض أى من تلك المظاهر للرياح، كما تؤثر قوة الجذب المركزية التى تبلغ أقصاها عند الدائرة الاستوائية وتنخفض تدريجيا بالاتجاه نحو القطبين تؤثر فى حركة الرياح وبخاصة عند تحركها بشكل دائرى فى حالة حدوث الأعاصير أو إضداد الأعاصير.

وتبعاً لتباين توزيع العوامل المؤثرة فى سرعة واتجاه الرياح تتباين أنظمة الرياح على سطح الأرض، فتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً نحو نطاق الضغط المنخفض عند الاستواء فى اتجاه شمالى شرقى، وتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوبا نحو نطاق الضغط المنخفض عند الاستواء فى اتجاه جنوبى شرقى، والرياح فى كلا النطاقين تسمى الرياح التجارية The Trade Winds وتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً فى اتجاه جنوبى غربى، ومن نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوباً نحو نطاق الضغط

المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً فى اتجاه شمالى غربى، والرياح فى كلا النطاقين تسمى الرياح العكسية The Westerlies.

وتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الشمالى نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً فى اتجاه شمالى شرقى، ومن نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الجنوبى نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً فى اتجاه جنوبى شرقى، والرياح فى كلا النطاقين تسمى الرياح القطبية The Polar Winds. ويطلق على الرياح التجارية والعكسية والقطبية إسم الرياح الدائمة أو المنتظمة وذلك بسبب انتظام هبوبها على مدار العام بين نطاقات الضغط الجوى الموزعة على سطح الكرة الأرضية شكل رقم (٢).



شكل رقم (٢) توزيع نطاقات الضغط الجوي وحركة الهواء علي سطح الكرة الأرضية

وينشأ نظام رياح موسمى نتيجة التباين الفصلى فى الضغط الجوى بين اليابس والمسطحات المائية المجاورة فى المناطق المدارية وبخاصة فوق المساحات الواسعة من اليابس التى تحاط بمسطحات مائية واسعة كما هو الحال فى قارتى آسيا وأفريقيا فتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع الذى يكون متمركزاً فوق المحيطات صيفا وفوق اليابس المجاور شتاءً نحو نطاق الضغط المنخفض الذى يكون متمركزاً فوق اليابس صيفاً وفوق المحيطات شتاءً فيتبدل اتجاه الرياح بين فصول السنة وتتباين خصائصها تبعاً للجهة الآتية منها وهو ما يعرف بالرياح الموسمية Monsoon Winds.

وتنشأ أنظمة هوائية محلية يقتصر تأثيرها فى مواقع محددة من سطح الأرض تنشأ نتيجة التباين فى درجة حرارة اليابس والماء خلال النهار أو الليل ويكون من محصلة ذلك تباين انحدار الضغط الجوى بين اليابس والماء خلال النهار أو الليل، فيتحرك الهواء أفقيا من البحر إلى اليابس أثناء فترة النهار ويعرف ذلك بنسيم البحر Sea Breeze، ومن اليابس إلى البحر أثناء الليل ويعرف ذلك بنسيم البر Land Breeze.

فى حين تنشأ دورة هوائية محلية أخرى يقتصر تأثيرها على طول المنحدرات الجبلية للأودية الجافة تحدث نتيجة التباين فى درجة حرارة المنحدر وبطن الوادى خلال النهار أو الليل، فيتحرك الهواء صاعداً المنحدرات نحو القمة أثناء فترة النهار ويسمى بنسيم الوادي Valley Breeze، ويتحرك هابطاً فوق المنحدرات الجبلية نحو بطون الأودية أثناء الليل ويسمى بنسيم الجبل Mountain Breeze.

الرطوبة النسبية Humidity

يتحول الماء من حالته السائلة بالمسطحات المائية المالحة أو العذبة الى الحالة الغازية (بخار الماء) داخل الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخر Evaporation التى تحدث فى أى درجة حرارة ولكنها تنشط كلما ارتفعت درجة

الحرارة وزادت سرعة الرياح، وأيضا يتحول الماء الموجود فى اجسام النبات الى بخار ماء يدخل الغلاف الجوى بواسطة عملية النتحTranspiration ، وكلتا العمليتين التبخر / النتح Evapotranspiration تتحددان معاً وتتحكمان فى نسبة بخار الماء الموجود فى الجو التى تعرف بالرطوبة النسبية.

وتتباين معدلات التبخر على سطح الأرض تبعاً لتباين مساحة المسطحات المائية ودرجة حرارة سطح الأرض وسرعة الرياح ورطوبتها، وتباين مساحة الغطاء النباتى. وتظهر أعلى معدلات التبخر فى العروض الدنيا وتكون المعدلات على اليابس أقل من مثيلتها على المحيطات، ثم تنخفض معدلات التبخر تدريجيا بالاتجاه نحو القطبين وهو الاتجاه نفسه الذى ينخفض معه صافى الاشعاع الشمسى، وتزيد معه نسبة الألبيدو، وتتناقص معه درجة حرارة الهواء وكمية الاشعاع الحرارى الأرضى والذاتى للغلاف الجوى.

ويتباين توزيع الرطوبة النسبية على سطح الأرض تبعاً لتباين معدلات التبخر وتوزيع كمية بخار الماء الموجود بالهواء، فهى تكون أقل ما يمكن عند القطبين وفوق النطاقات الصحراوية الجافة، وتكون الرطوبة النسبية اعلى مايمكن فوق نطاقات العروض الدنيا وبخاصة فوق المسطحات المائية والنطاقات الساحلية منها.

ويمكن أن ترتفع الرطوبة النسبية حتى يصبح الهواء مشبعاً ببخار الماء وعندها تبلغ الرطوبة النسبية ١٠٠٪ وهو الحد الأعلى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يتحمل بها الهواء عند درجة الحرارة المسجلة فى هذه الحالة، وتسمى هذه الحالة بالتشبع الهوائي Saturation of The Air، وتسمى درجة الحرارة المسجلة فى هذه الحالة بنقطة الندي Dew Point. فإذا انخفضت درجة الحرارة إلى أقل من نقطة الندى تبدأ عملية التكاثف ويتحول بخار الماء إلى الصورة السائلة إذا كانت نقطة الندى أعلى من الصفر المئوى، والى الصورة الصلبة (الثلج) إذا كانت نقطة الندى أقل من الصفر المئوى وتعرف فى هذه الحالة بنقطة الصقيع Frost Point.

ويتم وصف رطوبة الجو بصيغ مختلفة تتناول العلاقة بين كمية بخار الماء وكمية الهواء الذى يحتوى عليه ونوع هذا الهواء كونه جافاً أو مشبعاً ببخار الماء، ويتم حساب تلك العلاقة كالآتى:

$$\text{١ – الرطوبة النوعية} = \frac{\text{كمية بخار الماء}}{\text{كمية الهواء المحتوى عليه (هواء جاف + بخار الماء)}} \times ١٠٠$$

$$\text{٢– للرطوبة المطلقة} = \frac{\text{وزن بخار الماء (جرام)}}{\text{حجم الهواء المحتوى عليه (متر مكعب)}}$$

$$\text{٣ – الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء فى الهواء}}{\text{ضغط بخار الماء فى الهواء نفسه فى حالة التشبع}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{الرطوبة المطلقة للهواء}}{\text{الرطوبة المطلقة للهواء فى حالة التشبع}} \times ١٠٠$$

التكاثف Condensation

وهو تحول بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عندما تنخفض درجة حرارة الهواء إلى أقل من نقطة الندى وعندما تتوفر نوايات التكاثف من جسيمات الغبار الجوى والمواد العالقة حيث تجذب هذه الجسيمات جزئيات بخار الماء فى الهواء وتتجمع فوقها مكونة قطرات مائية صغيرة أو بلورات ثلجية تبعاً لدرجة حرارة نقطة الندى.

ويحدث التكاثف فى مستويات متباينة من الغلاف الجوى، فيحدث فوق سطح الأرض ومحتوياته مباشرة وهو ما يعرف بالندي **Dew**، الصقيع **Frost**، ويحدث على مستويات قريبة من سطح الأرض وهو ما يعرف بالضباب **Fog**، ويحدث على مستويات بعيدة من سطح الأرض وهو ما يعرف بالسحب **Cloud**. ويظهر الندى على هيئة قطرات مائية تتكاثف فوق سطح الأرض والأجسام الصلبة، أما الصقيع فيظهر على هيئة بللورات ثلجية تتكاثف فوق سطح الأرض

والاجسام الصلبة عندما تنخفض درجة حرارة نقطة الندى إلى دون الصفر المئوى. ويظهر الضباب على شكل قطرات مائية دقيقة متطايرة فى الهواء تسبب انخفاض مدى الرؤية، وهذا يحدث فى ليالى الشتاء ذات الليل الطويل والخريف فوق المناطق المنخفظة من اليابس مثل السبخات، أودية الانهار ويسمى **بالضباب الاشعاعي Radiation Fog**، ويحدث فى الربيع على سواحل البحار والمحيطات وبداخلها فيعرف **بضباب اليابس Land Fog** عندما يكون فوق اليابس، **وضباب البحر Sea Fog** عندما يكون فوق البحار والمحيطات. ويحدث الضباب أيضا فى جميع فصول السنة عند مرور الجبهات أثناء حركة الأعاصير ويسمى **ضباب الجبهات Frontal Fog**، ويحدث فى فصل الشتاء عند هوامش الغطاءات الجليدية ويسمى **ضباب العروض العليا Arctic Fog**.

وتظهر السحب على ارتفاعات كبيرة تصل إلى نحو ١٣ كيلو متر فوق سطح البحر، وهى كتل من قطرات مائية أو بللورات ثلجية أو منهما معاً يحملها الهواء المتحرك وهى تتباين فى الشكل والحجم والارتفاع، فتأخذ شكل **الركام Camulus** أو الأكوام أو القباب أو الأبراج وتكون بيضاء اللون لها شكل نبات القرنبيط فى الأجزاء العليا منها ولها قاعدة مستقيمة، كما تظهر على شكل **طبقة Stratus** متصلة تأخذ اللون الرمادى، كما تظهر على شكل خيوط وشعيرات ممتدة أفقيا أو على هيئة أقواس تسمى **السمحاق Cirrus** – شكل رقم (٣). وتتباين السحب وتختلط أشكالها مكونة مجموعة من الأنواع تصنف حسب الارتفاع على النحو التالى:

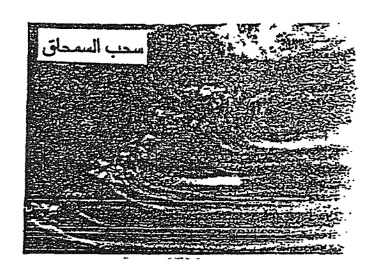
أولا.. السحب المرتفعة High clouds

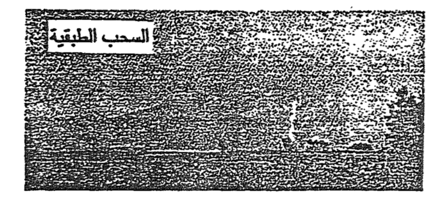
يتراوح ارتفاع قواعدها بين ٦، ١٣ كم فوق مستوى سطح البحر وتنقسم إلى:

١– سحب السمحاق Cirrus (Ci)

٢– السمحاق الركامى Cirrocumulus (Cc)

٣– السمحاق الطبقى Cirrostratus (Cs)







شكل رقم (٣) أنواع السحب

ثانياً- السحب متوسطة الارتفاع Middle clouds

يتراوح ارتفاع قواعدها بين ٢، ٦ كيلو مترات فوق مستوى سطح البحر وتنقسم إلى:

١- ركام متوسط الارتفاع Altocumulus (Ac)

٢- طبقى متوسط الارتفاع Altostratus (As)

٣- مزن طبقى Nimbostratus (Ns)

ثالثاً- السحب المنخفضة Low clouds

ينخفض ارتفاع قواعدها الى أقل من كيلو مترين فوق مستوى سطح البحر وتنقسم الى:

١- سحب الركام Cumulus (Cu)

٢- السحب الطبقية Stratus (St)

٣- سحب الركام الطبقى Stratocumulus (Sc)

٤- سحب المزن الركامى Cumulonimbus (Cb)

التساقط Precipitation

هو أحد مراحل الدورة المائية على سطح الأرض وفيه تعود المياه فى حالتها السائلة أو الصلبة من الغلاف الجوى إلى سطح الأرض مرة أخرى بعد أن تركت سطح الأرض نحو الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخر.

وتعد كل من سحب المزن الطبقى Nimbostratus (Ns)، وسحب المزن الركامى Cumulonimbus (cb) أهم مصادر التساقط حيث يسقط منها معظم التساقط الذى يصل إلى سطح الأرض. وتحدد درجة الحرارة طبيعة التساقط من ماء أو ثلج، ويحدد حجم جزيئاته الرطوبة الجوية وكمية بخار الماء فى الجو، ويحدد شدة التساقط نوع السحب فالسحب الركامية تغطى مساحات صغير وتنتج

قطرات كبيرة وتساقط شديد فى فترة قصيرة، والسحب الطبقية تغطى مساحات كبيرة وتنتج قطرات صغيرة وتساقط خفيف فى فترة طويلة، ويظهر التساقط على أشكال مختلفة فهو على شكل قطرات مائية تتساقط بشدة ويعرف بالمطر Rain، وعلى شكل بللورات ثلجية ويعرف بالثلج Snow، ويكون على هيئة قطرات مائية دقيقة جداً تتساقط ببطء شديد على سطح الأرض ويسمى الرذاذ Drizzle، أو على شكل رذاذ متجمد Freezing Drizzle عندما تنخفض درجة الحرارة إلى دون الصفر المئوى، ويكون على شكل حبيبات ثلجية تتكون من آلاف البللورات الثلجية ويسمى بالبرد Hail.

ويتباين التساقط تبعاً لاسباب حدوث سقوطه فيعرف بالتساقط التصاعدى Convectional Precipitation حين يرتبط سقوط المطر بتيارات الهواء الدافىء الصاعدة، وبالتساقط التضاريسى Orographic Precipitation عندما يرتبط باعتراض التضاريس لحركة السحب، ويعرف بالتساقط الإعصارى Cyclonic Precipitation حين يرتبط بمرور الاعاصير.

ويصاحب حدوث التساقط بعض الظواهر البصرية المرتبطة بانعكاس أو انكسار الأشعة الضوئية عند اختراقها قطرات المياه أو بلوررات الثلج أثناء سقوطها الى سطح الأرض مثل الهالات الضوئية التى تحيط بالشمس أو القمر التى تعرف بالهالة Halo، أو الكورونا Coronae، والجلوريا Glorie، ومثل قوس قزح Rainbow الذى يظهر على هيئة قوس تتدرج فيه ألوان الطيف السبعة.

ويصاحب حدوث التساقط من سحب المزن الركامى عواصف البرق والرعد Thunderstorms وأهم ما يميزها هو روية البرق (ضوء قوى مفاجىء) وسماع الرعد (صوت قوى مفاجىء) بشكل متقطع، ويصاحب العاصفة سقوط حبات البرد وتتباين شدة العاصفة فتكون أحياناً خطرة على الحياة على سطح الأرض حين تشتد سرعة الرياح وتتساقط أمطار غزيرة يصاحبها حبات برد كبيرة، أو عندما تصل صاعقة البرق إلى سطح الأرض.

وتتباين نطاقات سطح الأرض فى كونها نطاقات ممطرة أو جافة، وفى حالة ما اذا كانت ممطرة فهى تتباين فى موسمية سقوط المطر، ونوعه، ومدته، وكميته وشدته. وتؤثر مجموعة من العوامل المكانية وغير المكانية فى تلك المتغيرات، فالعوامل المكانية مثل الموقع بالنسبة للمسطحات المائية، تباين تضاريس سطح الأرض، والعوامل غير المكانية مثل الاشعاع الشمسى، درجة الحرارة، الضغط الجوى، الرياح، وتكون الاعاصير.

الكتل الهوائية Air Masses

عندما يمكث الهواء ويستقر (مدة لا تقل عن يومين) فوق مساحة واسعة من سطح الأرض (مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة) تتشابه فيها الخصائص الجغرافية وطبيعة الغلاف الجوى ويتوازن الهواء مع تلك الخصائص مكوناً نطاقاً هوائياً متجانساً من حيث معدلات الاشعاع، درجة الحرارة، التبخر، الرطوبة النسبية، صور التكاثف وبخاصة كمية السحب وأنواعها، ويعرف هذا النطاق الهوائى المتجانس بالكتلة الهوائية Air mass ويعرف النطاق الأرضى الذى تعلوه الكتلة الهوائية بالاقليم المصدر Source regions.

وتعد كل من النطاقات الأرضية مثل شمال أوراسيا المغطاة بالجليد، والمسطحات المائية المحيطية، والصحارى الحارة فى شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا نطاقات مناسبة لتشكيل الكتل الهوائية.

وتتباين الكتل الهوائية فى خصائصها المناخية تبعاً لتباين خصائص السطح فى الاقليم المصدر، فهى باردة جداً وجافة وتتميز بالانعكاس الحرارى فوق النطاقات الجليدية، وتكون معتدلة الحرارة ومرتفعة الرطوبة فوق المحيطات، وحارة جداً ومنخفضة الرطوبة جداً فوق الصحارى الحارة، وتكتسب الكتل الهوائية خصائصها المناخية عن طريق عمليات التبادل والاختلاط الرأسى بينها وبين سطح الأرض المستقرة فوقه فكلما زادت مدة مكوثها فوقه زاد تأثرها بصفاته، وكلما كان سطح الأرض واسعاً منبسطاً متجانس التركيب تكونت كتل هوائية متجانسة وقوية والعكس صحيح.

وتتحرك الكتل الهوائية بعد فترة استقرارها تاركة أقاليم مصدرها حاملة

معها خصائصها المناخية التى اكتسبتها منها، وتمر أثناء تحركها بأقاليم لها خصائص مناخية مختلفة عن التى تحملها فتتعدل خصائصها وبخاصة الطبقة الهوائيـة السفلى المتصلة بسطح الأرض وينتج عن ذلك تباين رأسى فى خصائصها تؤثر فى حالة استقرار الطقس السائد.

وينتج عن حركة الكتل الهوائية أن تتقابل الكتل الهوائية وتختلط ببعضها، مما يؤدى إلى تشكل ظواهر مناخية هامة مثل الأعاصير cyclones واضداد الأعاصير Anticyclones وهى ظاهرات مسئولة عن تشكيل المناخ على سطح الكرة الأرضية، ولها اثار بيئية هامة.

أنواع الكتل الهوائية

يتم تصنيف الكتل الهوائية تبعاً لثلاثة عناصر أساسية، يوضحها الجدول التالى رقم (٢) ونستعرضها فيما يلى:

جدول رقم (٢) تصنيف الكتل الهوائية وخصائص كل منها على سطح الأرض

الكتلة الهوائية	الرمز	الاقليم المصدر	الخصائص	متوسط درجة الحرارة ءم	متوسط الرطوبة النوعية جرام/كجم
المحيط الشمالي والقارة الجنوبية	cA	المحيط المتجمد الشمالي وقارة	باردة جداً - جافة جداً	-٤٦	١ر
قطبية قارية	cP	أنتاركتيكا القارات في عروض	باردة - جافة	-١١	٤ر١
قطبية بحرية	mP	٥٠°-٦٠° شمالاً المحيطات في عروض	باردة - رطبة	٤	٤ر٤
مدارية قارية	cT	٥٠°-٦٠° شمالاً وجنوبا القارات في عروض	حارة - جافة	٢٤	١١
مدارية بحرية	mT	٢٠°-٣٠° شمالا وجنوبا المحيطات في عروض	حارة - رطبة	٢٤	١٧
استوائية بحرية	mE	٢٠°-٣٠° شمالا وجنوبا	حارة - رطبة جداً	٢٧	١٩

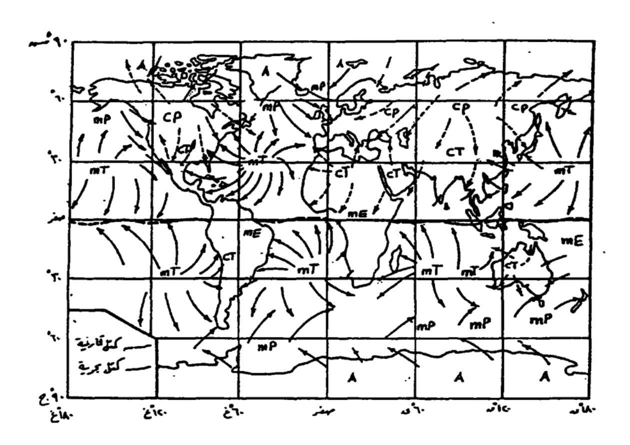
الأول: تبعاً للموقع الفلكى لأقاليم المصدر، فتسمى قطبية Polar فى العروض العليا ويرمز لها بالرمز (P)، وتسمى مدارية Tropical فى العروض الدنيا ويرمز لها بالرمز (T)، الثانى: تبعا لطبيعة السطح الذى تتكون فوقه، فتكون قارية Continental فوق القارات ويشار لها بالرمز (c) ويوضع إلى يسار حرف اسم المصدر، وتكون بحرية Maritime ويشار لها بالرمز (m) ويوضع إلى يسار حرف اسم المصدر، والثالث: تبعا لحركتها، فإذا كانت الكتلة الهوائية أبرد من السطح الذى تتحرك فوقه، تعرف بأنها باردة غير مستقرة Cold Unstable Mass ويضاف فى هذه الحالة إلى رمزها حرف (k) إلى يمين حرف اسم المصدر، وإذا كانت الكتلة الهوائية أدفأ من السطح الذى تتحرك فوقه فتعرف بأنها حارة مستقرة Warm Stable Mass ويضاف إلى رمزها حرف (w) إلى يمين حرف اسم المصدر. ويتفرع من الكتل الهوائية القطبية كتلة هوائية تنشأ فوق المحيط المتجمد الشمالى وقارة أنتاركتيكا الجنوبى Arctic Air Mass تأخذ الرمز (CA)، ويتفرع من الكتل المدارية كتل هوائية تنشأ فوق المحيطات التى يقطعها خط الاستواء Equatorial Air Mass وتأخذ الرمز (mE)، ونستعرض فيما يلى دراسة أنواع الكتل الهوائية وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية شكل رقم (٤).

أولا: الكتل الهوائية القطبية Polar Air Mass (P):

وتشمل الكتل الهوائية فوق المحيط المتجمد الشمالى وقارة أنتاركتيكا (cA)، كتل هوائية قطبية قارية (cP) تتكون فوق القارات بين دائرتى عرض ٥٠، ٦٠ درجة شمالاً، كتل هوائية قطبية بحرية (mP) تتكون فوق المحيطات بين دائرتى عرض ٥٠، ٦٠ درجة شمالاً وجنوباً.

ثانيا - الكتل الهوائية المدارية Tropical Air Mass (T)

وتشمل كتل هوائية مدارية قارية (cT) تتكون فوق القارات، كتل هوائية مدارية بحرية (mT) تتكون فوق المحيطات وكلاهما يتوزع بين دائرتى عرض ٢٠°، ٣٠° شمالاً وجنوباً، كتل هوائية استوائية بحرية (mE) تتكون فوق المسطحات المحيطية التى يقطعها خط الاستواء.



شكل رقم (٤) التوزيع الجغرافي للكتل الهوائية علي سطح الأرض

ولا تمكث الكتل الهوائية فوق أقاليم مصدرها إلى الأبد، ولكنها تتحرك عند حدوث أى تغير فى توزيع الضغط الجوى تاركة الاقليم المصدر وتحمل معها خصائصها التى اكتسبتها منه متجهة إلى أقاليم أخرى، وخلال عملية تحركها تمر على أسطح تختلف فى خصائصها عن خصائص الاقليم المصدر فتتأثر بها وتتعدل صفاتها وبخاصة فى الطبقة السفلية منها، ويترتب على ذلك حدوث اضطرابات هوائية رأسية وبخاصة إذا تحركت فوق سطح أدفأ وهواء أقل كثافة منها.

الجبهات الهوائية Air Fronts

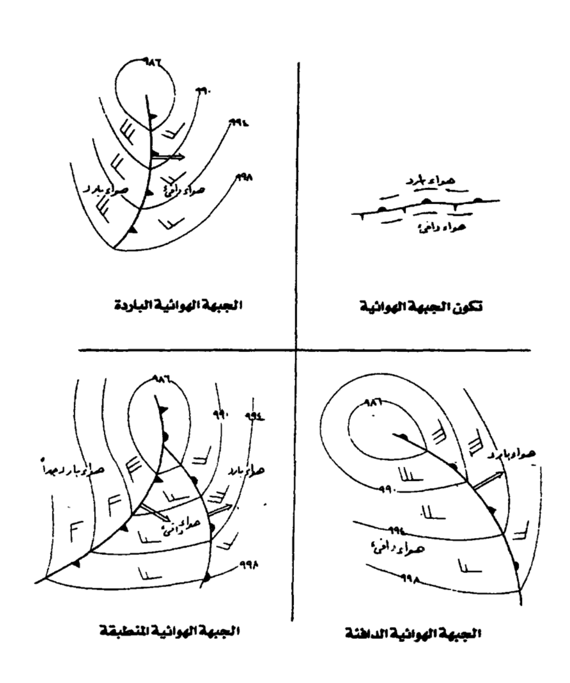
تتحرك الكتل الهوائية من أقاليم المصدر نحو أقاليم أخرى تستقر فوقها كتل هوائية أخرى لها خصائص مناخية أخرى، فتتحرك كتل هوائية باردة نحو نطاقات أدفأ فتتقابل مع كتل هوائية دافئة ولا تختلط الكتلتان غير المتجانستان حراريا بسهولة نتيجة لاختلاف كثافة كل منهما (بسبب التباين

الحرارى بينهما) فتتكون بينهما منطقة انتقالية تسمى الجبهة الهوائية Air Front شكل رقم (٥).

وتتباين حالة الطقس فوق الجبهات الهوائية تبعاً لتباين اتجاه الكتل المتقابلة أو المتلاحقة، والمدى الحرارى بينهما، فعندما تتقابل الكتل الهوائية القطبية الباردة جداً مع الكتل الهوائية القطبية الأقل برودة تتكون جبهة قطبية باردة جداً Arctic Front ولأن المدى الحرارى بينهما منخفض فيكون التغير فى الطقس صغيراً. وعندما تتقابل الكتل الهوائية القطبية مع الكتل الهوائية المدارية تتكون جبهة قطبية باردة Polar Front ولأن المدى الحرارى بين الكتلتين كبيراً يكون التغير فى الطقس كبيراً وعنيفا. وعندما تتقابل الكتل الهوائية المدارية مع الكتل الهوائية الاستوائية تتكون جبهة مدارية Intertropical Front، ولأن المدى الحرارى بين الكتلتين صغيراً يكون التغير فى الطقس صغيراً.

ويمكن تمييز أربعة أنواع من الجبهات الهوائية تتكون تبعاً لاتجاه وطبيعة تقابل الكتل الهوائية وتدفقها، فتعرف الجبهة الهوائية بأنها جبهة هوائية ثابتة Stationary Front فى حالة تجاور الكتل الهوائية القطبية مع الكتل الهوائية المدارية فى مستوى واحد بعد أن تفقد قدرتها على الحركة، وتعرف بأنها جبهة هوائية باردة Cold Front عندما تتقدم الكتل الهوائية القطبية الباردة لتحل محل الكتل الهوائية المدارية الدافئة، وتعرف بأنها جبهة هوائية دافئة Warm Front عندما تتقدم الكتل الهوائية المدارية الدافئة لتحل محل الكتل الهوائية القطبية الباردة، وتعرف بأنها جبهة هوائية منطبقة Occluded front عندما تتلاحق ثلاث كتل هوائية متباينة حرارياً وراء بعضها فتنحصر الكتلة الهوائية الدافئة بين الكتلة الهوائية الباردة فى المقدمة والكتلة الهوائية الباردة جداً فى المؤخرة.

ويتميز الطقس عند مرور الجبهة الباردة بالبرودة الشديدة، وظهور سحب المزن الركامى الناتجة بفعل تكاثف الهواء الدافئ فوق الهواء البارد مما يؤدى إلى سقوط أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف البرق والرعد، وكلما كانت سرعة الجبهة بطيئة كلما استمر تكاثف السحب وسقوط الأمطار على مساحات واسعة.



شكل رقم (٥) أنواع الجبهات الهوائية

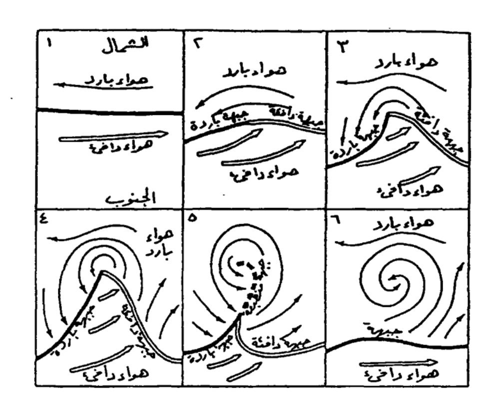
ويتصف الطقس عند مرور الجبهة الدافئة بالاستقرار نتيجة تقدم الهواء الدافئ أعلى الهواء البارد، ويبدأ فى التكاثف التدريجى فتظهر سحب السمحاق الرقيقة التى تتحول إلى السمحاق الطبقى، ثم إلى السحب الطبقية، فالمزن الطبقى وتسقط أمطار خفيفة، وفى أثناء الليل يتكاثف الضباب (ضباب الجبهات Frontal Fog) وبعد مرور الجبهة الدافئة ينخفض التكاثف إلى أدنى مستوياته فينتهى الضباب وتخلو السماء من السحب.

ويختلف الطقس عند مرور الجبهة المنطبقة تبعا لتباين درجة حرارة الكتل الهوائية الثلاثة المتلاحقة، فعندما يكون الهواء البارد فى المقدمة أقل برودة من الهواء البارد فى المؤخرة يرتفع الهواء الدافئ بينهما بعيداً عن سطح الأرض ويتشكل طقس مشابه تماماً لنظيره الذى يتشكل عند مرور الجبهة الدافئة. وفى حالة ما إذا كان الهواء البارد فى المقدمة أكثر برودة من الهواء البارد فى المؤخرة يتشكل طقس مستقر بارد جاف.

الأعاصير Cyclones

وتعرف بالانخفاضات الجوية Air Depressions وهى مراكز ضغط منخفض تدور حولها الرياح فى حركة ضد اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى، ومع اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى، وتنشأ الأعاصير فى العروض المدارية نتيجة انخفاض الضغط الجوى جداً بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء وانخفاض كثافته ونشاط تيارات الحمل الحرارى المتصاعدة، وتتكون الاعاصير فى العروض المعتدلة بسبب تقابل كتل هوائية غير متجانسة حرارياً، فتنشأ حركة دائرية للهواء ناتجة بفعل صعود الهواء الدافئ الأقل كثافة إلى أعلى وهبوط الهواء البارد الأعلى كثافة إلى أسفل، فينخفض الضغط الجوى فى منطقة تلاقى الكتلتين الهوائيتين بالمقارنة مع نهاياتها، وتتوقف سرعة دوران الهواء حول مركز الاعصار على معدل انحدار الضغط الجوى بين منطقة التلاقى (مركز الاعصار) وأطرافه النهائية.

وللإعصار دورة حياة تتوزع على عدة مراحل منذ بداية نشأته وحتى



شكل رقم (٦) مراحل تكون الاعصار (الانخفاض الجوي)

اضمحلاله، ويوضح الشكل رقم (٦) مراحل تكون الاعصار، ونستنتج من تتبعه مايلي:

١- ينشأ الاعصار عندما تتقابل كتلتان هوائيتان متضادتان في الاتجاه، ومختلفتان بشكل كبير في درجة الحرارة.

٢- تتكون جبهة هوائية انتقالية بين الكتلتان الهوائيتان تفصلهما، ويسود الهواء الدافئ في المقدمة، ويسود الهواء البارد في الموخرة.

٣- تتموج الجبهة الفاصلة بسبب اندفاع الهواء الدافئ إلى أعلى، واندفاع الهواء البارد إلى أسفل في اتجاه ضد حركة عقرب الساعة في نصف الكرة الشمالي وفي اتجاه مع حركة عقرب الساعة في نصف الكرة الجنوبي.

٤- يزداد تموج الجبهة الفاصلة فتتعرض مؤخرة الاعصار لاندفاع الهواء البارد ليحل محل الهواء الدافئ فتتشكل الجبهة الباردة في المؤخرة، وبالمثل

تتعرض مقدمة الاعصار إلى اندفاع الهواء الدافئ إلى أعلى ليحل محل الهواء البارد فتتشكل الجبهة الدافئة فى المقدمة.

٥- ينحصر الهواء الدافئ بين الجبهة الباردة فى المؤخرة، والجبهة الدافئة فى المقدمة ويعرف بالقطاع الدافئ، ولأن سرعة الهواء البارد فى مؤخرة الانخفاض أكبر من سرعة الهواء الدافئ فى المقدمة، فإن القطاع الدافئ يضيق تدريجياً وتلحق الجبهة الباردة بالجبهة الدافئة وتتشكل الجبهة المنطبقة، ويستمر اندفاع الهواء البارد فى مؤخرة الانخفاض حتى يتصل مع الهواء البارد فى مقدمة الانخفاض ويندفع الهواء الدافئ كاملاً إلى أعلى مختلطا بالهواء البارد، وتسمى هذه المرحلة بمرحلة الانطباق Occlusion ويضمحل بعدها الاعصار.

وينحصر هبوب الأعاصير المدارية بين دائرتى عرض ١٠°، ٢٠° شمالاً وجنوباً وهى تنشأ فوق المحيطات المدارية وتتحرك فى مسارات منحنية نحو القارات فى اتجاه عام من الشرق إلى الغرب، فى حين ينحصر هبوب الأعاصير فى العروض المعتدلة بين دائرتى عرض ٣٥°، ٦٠° شمالاً وجنوباً، وهى تتحرك فى اتجاه عام من الغرب إل الشرق، وفى كلتا الحالتين يتزحزح نطاقات الأعاصير شمالاً وجنوباً خلال فصول السنة متأثرة بتزحزح نطاقات الضغط الجوى الناتج بسبب انتقال تعامد الشمس بين مدار السرطان ومدار الجدى.

الظواهر الجوية المصاحبة لمرور الاعصار

يصحب مرور كل مرحلة من مراحل الاعصار ظواهر جوية مرتبطة بحجم وكمية الاختلاط بين الكتل الهوائية، ومساحة منطقة الجبهات الدافئة أو الباردة، ونستعرض فيما يلى تلك الظواهر.

١- يتصف الطقس بالاستقرار فى بداية تشكل الاعصار بسبب مرور الهواء البارد فى مقدمة الاعصار وانعدام وجود تيارات الحمل الحرارى المتصاعدة.

٢- ينخفض الضغط الجوى وترتفع درجة الحرارة عند مرور الجبهة الدافئة ويتغير اتجاه الرياح من الاتجاه الشرقى إلى الاتجاه الجنوبى، ويبدأ نشاط تيارات الحمل الحرارى الصاعدة فيتكاثف بخار الماء ويبدأ تشكل السحب

فتتشكل سحب السمحاق المرتفعة ويزداد تدفق الهواء الدافئ وتكاثفه فيزداد سمك السحب وينخفض ارتفاعها فتتحول إلى السحب الطبقية ثم إلى المزن الطبقى وتسقط أمطار متوسطة.

٣- بعد مرور الجبهة الدافئة يمر القطاع الدافئ ويستمر انخفاض الضغط الجوى وارتفاع درجة الحرارة ويتحول اتجاه الرياح إلى جنوبى غربى، ويزداد نشاط تيارات الحمل الحرارى الصاعدة، وتتحول السحب إلى ركام منخفض الارتفاع وقد يصاحبها سقوط بعض الأمطار الخفيفة على شكل رخات.

٤- عند مرور الجبهة الباردة تنخفض درجة الحرارة ويتحول اتجاه الرياح إلى شمالية ثم إلى شمالية غربية وتزداد سرعتها ويزداد تكاثف السحب فتصبح ركام طبقى ثم مزن ركامى وتسقط الأمطار بغزارة وتحدث عواصف البرق والرعد ويسقط البرد، وتشتد سرعة الرياح الباردة.

٥- يتحسن الطقس فتنخفض سرعة الرياح وتتناقص كمية السحب وكمية الأمطار ويبدأ فى الاستقرار بعد مرور الجبهة الباردة، ويرتفع الضغط الجوى وتنخفض درجة الحرارة وينعدم وجود السحب وتصبح السماء صافية زرقاء وتسود حالة من الهدوء قبل أن يهب اعصار آخر.

وتتراوح فترة مرور الاعصار بين يوم واحد وأسبوع تبعا لكمية الهواء الدافئ وتدفقه ونشاط تيارات الحمل الحرارى الصاعدة، وقد تتوالى الأعاصير بحيث تتصل نهاية الاعصار المنصرم مع بداية الاعصار المتقدم فتتكرر الأحوال الجوية المصاحبة للاعصار مرة أخرى مع الأخذ فى الاعتبار عدم تشابه المدة الزمنية لمرور كل اعصار بسبب تباين حجم الكتل الهوائية وكمية الاختلاط بينها.

ضد الاعصار Anticyclone :

تعرف لضداد الأعاصير بالارتفاعات الجوية وهى مراكز ضغط مرتفع يدور حولها الهواء فى اتجاه مع عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى، وضد اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى. وينحدر الضغط الجوى خلالها

بمعدلات منخفضة بالاتجاه من مراكزها نحو أطرافها، ولهذا تنخفض سرعة الرياح جداً وتتفرق من مراكزها نحو أطرافها الأدفأ والأقل كثافة.

وتنشأ اضداد الأعاصير فوق مناطق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً عندما تتفرق الرياح التجارية فى اتجاه الاستواء، والرياح الغربية فى اتجاه الدائرة القطبية، وتنشأ أيضاً فوق القطبين حيث تنخفض درجة الحرارة جداً فوق الغطاءات الجليدية الدائمة، أو عندما تنخفض درجة الحرارة بشدة فوق اليابس، أو فوق سطح المحيطات عند مرور التيارات المائية الباردة، كما تنشأ اضداد الأعاصير بعد مرور الاعصار واضمحلاله وقبل مرور اعصار آخر. ويتصف الطقس الذى يصاحب اضداد الأعاصير بالاعتدال والاستقرار وهدوء حركة الرياح وانخفاض درجة الحرارة وصفاء السماء وزرقتها، وحدوث الصقيع ليلاً بسبب فقدان سطح الأرض للحرارة بسرعة أثناء الليل، ويندر تكون السحب وحدوث التساقط الذى يكون على شكل رذاذ ثلجى فى حالة حدوثه.

الرياح المحلية التي تنشأ عند مرور الأعاصير:

يصحب مرور الأعاصير نشأة بعض أنظمة الرياح المحلية التى تهب فوق مناطق محدودة من سطح الأرض فى فترات قصيرة، وتكتسب هذه الرياح بعض صفاتها من صفات المرحلة التى يكون عليها الاعصار، ومن الخصائص المكانية التى يمر فوقها الإعصار، فتكون الرياح حارة فى حالة هبوبها فى مقدمة الاعصار عند مرور الجبهة الدافئة، وتكون باردة فى حالة هبوبها فى مؤخرة الاعصار عند مرور الجبهة الباردة، وتكون محملة بالغبار والأتربة فى حالة هبوبها فوق النطاقات الصحراوية، وتكون رطبة فى حالة مرورها فوق المسطحات المائية، وتكون جافة فى حالة مرورها فوق اليابس.

ويمكن تقسيم الرياح المصاحبة لمرور الأعاصير إلى رياح حارة تهب فى مقدمة الاعصار وهى تكتسب حرارتها عند مرورهاعلى نطاقات حارة، وأخرى حارة تكتسب حرارتها عند مرورها على نطاقا ت جبلية وتنحدر على سفوحها، وإلى رياح باردة تهب فى مؤخرة الاعصار وتكتسب برودتها من ارتفاع الضغط الجوى ولختفاء السحب وتبدد الاشعاع الأرضى فى الليالى الصافية .

نخلص من العرض السابق إلي أن عناصر الجو مترابطة ومتلازمة يؤثر كل منها في الأخر وتشكل معاً منظومة مناخية معقدة للغاية تؤثر في الكرة الأرضية وتتأثر بخصائصها الفلكية والجغرافية فتتشكل الظاهرات الجوية كمحصلة لهذه العلاقة فتؤثر في أشكال الحياة علي سطح الأرض ويتأثر بها الإنسان وأنشطته فيتكيف معها ويحاول الانتفاع بها وتجنب أخطارها وهو ما سوف يعرض بالتفصيل في الفصول التالية.

الفصل الثاني

الانتفاع بالمناخ

- مقدمة.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال الزراعي.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال الصناعي.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال التعديني.
- أثر المناخ والانتفاع به في مجال النقل والمواصلات.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال العمراني.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال السياحي.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال التجاري.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال السياسي.
- أثر المناخ والانتفاع به في المجال العسكري.
- أهمية النشرات الجوية والتوقع بالطقس.

مقدمة ..

يعد المناخ أحد الضوابط الطبيعية التى تؤثر فى جميع الظواهر الطبيعية والبشرية على سطح الكرة الأرضية بشكل مباشر وغير مباشر. فللمناخ علاقة بكل شئ على سطح الأرض، وهو عامل بيئى ينظم الحياة فوقه، فهو بكونه مظهر الغلاف الجوى يتدخل بشكل مباشر فى دورات الغلاف الصخرى، الغلاف المائى، الغلاف الحيوى، حيث يشكل الهواء (الغلاف الجوى) أحد رؤوس مثلث الحياة (فضلاً عن الغذاء والطاقة) التى لا يستطيع أن يستغنى عنها أى كائن حى، فلا شئ يمكن أن يعيش فى الفراغ بدون الهواء الذى يدفعه وزنه (الضغط الجوى) وتجذبه الجاذبية الأرضية إلى كل مكان على سطح الأرض[1]، ولهذا تكون الكواكب الخالية من الغلاف الجوى غير صالحة للحياة.

وللماء القيمة ذاتها للهواء، فبدونه لا تعيش الكائنات الحية، ولولا الماء لكانت الأرض غير مأهولة مثل القمر وصدق المولى عز وجل القائل «وجعلنا من الماء كل شئ حى». ولولا الغلاف الجوى لتعطلت الدورة المائية ولما سقطت منه المياه لتمد سطح الأرض بأسباب الحياة من الغذاء والطاقة، وسبل الحياة من نقل وزراعة وصناعة وغيرها. وعلى الرغم من أن للماء والهواء القيمة ذاتها فى الحياة إلا أن الهواء يوجد فى كل مكان بعيد أو قريب، عميق أو ضحل، كبير أو صغير، ولا ينطبق ذلك على الماء الذى يتباين وجوده فوق سطح الأرض ولهذا تزدهر نطاقات بأشكال الحياة وتضمحل نطاقات أخرى.

وتنتقل الطاقة من مصدرها الرئيسى وهو الشمس الى الأرض عبر الهواء (الغلاف الجوى) فتضاء الأرض وتدفأ وتتنوع مظاهر الحياة وتزداد قدرة الكائنات على الحياة وتنمو وتتكاثر فى استمرارية يعلم الله مداها.

والمناخ بعناصره (الغلاف الغازى، الاشعاع الشمسى، الحرارة، الضغط

---

(١) جاءت فكرة تعليب للمواد الغذائية معتمدة على تفريغ المعلبات من الهواء لتعطيل حياة البكتريا بداخلها.

الجوى، الرياح، الرطوبة، التبخر، التكاثف، التساقط) ظاهرة لم يستطع الانسان حتى وقتنا الحاضر أن يتحكم فيه أو يسيطر عليه فى نطاق واسع من سطح الأرض، فقد استطاع الانسان أن يضبط درجة الحرارة والرطوبة داخل المسكن، أو المبنى، أو المصنع، أو داخل الأنفاق والمناجم والمعسكرات تحت سطح الأرض، أو حتى بعض قطاعات من المدن حيث عزلها عن البيئة المفتوحه وسيطر على تهويتها ودرجة حرارتها ونسبة رطوبتها، ولم يستطع أن يغير من الضغط الجوى بداخلها فهو لابد أن يتعادل مع ما هو بخارجها وإلا سبب دماراً لها، وتحتاج هذه العزلة تكاليف باهظة وأعمال صيانة مستمرة ودقيقة حتى لا يحدث خطأ ينتج عنه الاختناق والموت فى تلك البيئة الاصطناعية.

كما حاول الإنسان أن يعزل بعض المزروعات عن البيئة المفتوحة فابتكر البيوت الزجاجية أو البلاستيكية مستغلاً خصائص الزجاج أو البلاستيك الشفاف فى أنهما يسمحان بمرور الأشعة الحرارية الآتية من الشمس (ذات الموجات القصيرة) إلى داخل البيوت الزجاجية ولا يسمحان للاشعاع الحرارى الأرضى (ذى الموجات الطويلة) أن يخرج من تلك البيوت فيظل حبيساً ويرفع درجة الحرارة بداخلها.

ولم يستطع الانسان أن يُكيف العوامل الجويه طوع إرادته، أو يسيطر على مستوى آدائها، أو يعدل من مواعيدها، أو مسارها، أو يعرقل تطورها، بل إن الانسان لم يستطع أن يفهم سلوك بعض الظواهر الجوية على الرغم من دراستها وملاحظتها بدقة، فسرعان ما تخالف توقعاته، وتفتر أو تقوى، تضمحل أو تنمو، ولا يعرف عقباها.

والأخطار المناخية تعد من الأخطار الطبيعية التى تتعرض لها الأرض، فيتسبب الانحراف فى درجة الحرارة عن معدلاتها الطبيعية فى حدوث الموجات الحارة أو الباردة، ويتسبب تباين الخصائص الحرارية للكتل الهوائية فى حدوث الأعاصير، ويتسبب فشل الرياح فى حمل بخار الماء فى حدوث

الجفاف، ويتسبب تباين الضغط الجوى فى تباين قوة واتجاه الرياح وحدوث العواصف والعواصف الرملية والعواصف الثلجية.

فالانسان إذن لا يملك إلا ملاحظة الجو ومحاولة التكيف معه والانتفاع به، وتعتمد أشكال التكيف والانتفاع بمستوى ادراك الانسان لسلوك الظاهرات الجوية، وأصبح المناخ متغيراً مستقلاً يتبعه الانسان ويوجه أنشطته ومهاراته وابداعاته بما يتناسب مع العوامل الجوية السائدة بعد فشله فى تحكمه فيها بما يناسب طموحاته فى مستوى أنشطته ومهاراته وابداعاته.

وظل الانسان يوجه أنشطته بما يتناسب مع الظروف المناخية السائدة إلى أن اكتشف بنفسه أنه عامل مؤثر فى المناخ، وأنه والمناخ متلازمان يؤثر كل منهما فى الآخر، فقد أدى تعاظم النشاط البشرى بعد الثورة الصناعية مع بداية النصف الثانى من القرن التاسع عشر أن تغيرت خصائص الغلاف الجوى فوق المدن والتجمعات الحضرية والصناعية بشكل خاص وعلى مستوى الكرة الأرضية بشكل عام، وذلك بسبب ما ينبعث من تلك التجمعات من غازات ناتجة بفعل احتراق الوقود الأحفورى (الفحم - البترول - الغاز الطبيعى) المستخدم فى الصناعة والنقل واستهلاك الطاقة فى المنازل وغيرها، وما يتسرب من مركبات غازية اصطناعية، من بعض الأجهزة والأدوات مثل مركب الكلوروفلوروكربون (غاز الفريون) الذى يتسرب من أجهزة التبريد وعلب الرش، وما ينبعث من غبار صناعى وأتربة من لوافظ المصانع، وقد أدى ذلك الى تغير نسب الغازات المكونة للغلاف الجوى، وانعكس ذلك منذ اللحظة الأولى لحدوث هذه التغيرات - الذى بدأ طفيفاً ثم أصبح هائلاً فى الوقت الحاضر - على ميزانية الطاقة بسبب تغير ما تعكسه وتمتصه وتبعثه هذه الغازات من الاشعاع الشمسى والاشعاع الأرضى، فتغيرت ميزانية الطاقة وتغير معها سلوك كل من التوزيع المكانى والزمانى لعناصر المناخ.

وظهرت ظواهر جوية جديدة لم تكن معروفة من قبل متأثرة بهذا التغير فى نسب الغازات المكونة للغلاف الجوى مثل ظاهرة النينيوEl NIÑO، واللانينيا

La Niña، وظاهرة الاحتباس الحرارى Greenhouse Effects، والامطار الحمضية Acid Rain، وثقب الأوزون Ozon Hole، والتلوث الهوائى Air Pollation، وتغير سلوك بعض الظواهر الجوية وتفاقم حجم خسائرها، واشتدت قوة الاعاصير الثلجية التى تجمد الانهار شمالى أوروبا ووسط وشمالى آسيا مما يسبب فى تدمير المحاصيل وتوقف حركة النقل والمواصلات وتوقف حركة التجارة الدولية، وجميعها ناتج بفعل الاخلال بالتوازن الغازى الذى خلقت عليه الأرض وما تسبب فيه بالاخلال بميزانية الطاقة على سطح الأرض. ونالت هذه التغيرات المناخية الحديثة من الانسان فحين أصبح عاملاً مؤثراً فى المناخ – دون قصد – حدثت التغيرات المناخية وتعاظمت خسائره ومشكلاته وأصبح الانسان تابعاً لآثارها أيضا.

فعلاقة المناخ بالانسان هى علاقة المستقل بالتابع، ولهذا فدوماً يوجه الانسان خصائص وتفاصيل أنشطته بما يتناسب مع السيادة المناخية، فلازال الانسان لا يسكن ولا يزرع ولا يرعى ولا يصنع ولا يتاجر ولا يسيح فى الأرض إلا فى المناخ الأنسب لكل نشاط، وليس العكس، فالمناخ عامل بيئى حتمى يؤدى تجاهله الى خسارة وخراب ودمار، ويؤدى تفهمه وإدراكه والتجاوب معه إلى ربح ورخاء.

ولا تجد عمليات النشاط البشرى إلا التكيف مع المناخ السائد، فالمناخ عامل بيئى حتمى يحدد أنشطتنا على مستوى المكان والزمان، فالزراعة الكندية – على سبيل المثال – تتعطل تسعة أشهر تقريبا بسبب سقوط الجليد ولو توافرت الأراضى الكندية الخصبة فى نطاقات مناخية معتدلة، أو تحكم الانسان فى سقوط الجليد فمنعه أو أجل سقوطه عليها لكانت كفت سكان الأرض كلها من القمح. والصحارى المصريه – على سبيل المثال – لو كانت فى نطاقات مناخية رطبة أو تحكم الانسان فى سقوط المطر عليها لكان سكان مصر يتوزعون بين مشارقها ومغاربها وشمالها وجنوبها وينعمون بثرواتها وما تركزوا بجوار نهر النيل بكثافة هائلة فى نطاق ضيق محدود.

فالانسان اذن ينتفع بما هو متاح من خصائص مناخية فى بيئته، ويوجه أنشطته لكى تتناسب معها، دون أن يوجه المناخ لكى يتناسب مع أنشطته ورغباته، ومع ذلك فهو يبذل مجهوداً ضخماً للسيطره – ولو بمستوى ضئيل – على بعض عناصر المناخ، فيحاول بذر السحب Cloud Sedding لعله يزيد من محتواها المائى، ويجمد بعض الغازات لعله يقلل الملوثات الهوائية، فهو لا يمل كعادته ولا يعرف عقبى ذلك فى المستقبل.

ووجه الانسان أنشطته لكى تتفق والظروف المناخية السائدة، فاختار التركيب المحصولى ومواعيد زراعة المحاصيل تتناسب مع المناخ، واختار صناعاته وآلاتها ووسائل نقل الانتاج والسكان بما يتناسب مع المناخ، وصمم الشون والمخازن بما يتناسب مع المناخ، وصمم طرقه ومادة تمهيدها والمركبات التى تجرى عليها بما يتناسب مع المناخ، وصمم منتجعاته الترفيهية ومتنزهاته بما يتناسب مع المناخ، وحقق بذلك نجاحاً وربحاً، فبلا شك كلما توافق نوع النشاط البشرى مع المناخ الأنسب له كلما حقق هذا ربحاً ونهضة للانسان.

ومن هنا ظهر الجانب النفعى لعناصر المناخ، وتباينت القيمة الاقتصادية للنشاط البشرى تبعاً لتباين توزيع خصائص العوامل المناخية، فقد يزدهر نشاط فى نطاق ما بسبب توافقه مع الظروف المناخية السائدة، وقد يضمحل النشاط نفسه فى نطاق غير مناسب مناخياً أى لا يتوافق مع الظروف المناخية السائدة. إذن هناك مناخ أنسب بين النطاقات المناسبة وآخر غير مناسب، وبلا شك فإن أى سياسة اقتصادية ناجحة تهدف الى مزاولة النشاط الاقتصادى فى مناخه الأنسب، ويجب أن يوضع ذلك فى الاعتبار عند وضع سياسة التنمية الاقتصادية لأى إقليم على سطح الأرض.

وتعتمد الاستفادة القصوى من عناصر المناخ على ملاحظتها ملاحظة دقيقة ومستمرة، وكذلك تحتاج محاولات السيطرة على عناصر المناخ أو الحد من خطورتها ملاحظة دقيقة. وقد زادت فى الآونة الأخيرة تكنولوجيا الرصد الجوى واستخدم بجانب محطات الارصاد الجوية الأرضية الطائرات والأقمار

الاصطناعية فى ملاحظة عناصر المناخ وأصبح بالامكان الحصول على المعلومات الجوية بكل دقة وفى نطاقات متعددة وبخاصة الخالية من محطات الرصد الأرضى أو التى كان يتعذر الوصول إليها واقامة محطات الرصد فيها مثل النطاقات الجليدية، والبحار والمحيطات والسلاسل الجبلية والصحارى القاحلة وفوهات البراكين على سبيل المثال لا الحصر.

وأصبح يتوفر يومياً بل كل ساعة أو حتى كل لحظة نشرات وتقارير جوية دقيقة تصدرها مراكز الأرصاد الجوية المنتشرة فى جيمع أنحاء العالم تشرح وتحلل حالة الجو للعامة والمتخصصين لكى يستخلصوا منها أحوال الجو وعلاقاتها بالمتغيرات البيئية المحيطة، والتعرف على حالات الاستقرار وعدم الاستقرار فى الجو، وتنذرهم بمستوى خطورة الأحوال الجوية لكى يعدوا العدة لها قبل أن تطبق عليهم.

ويحتاج العامة والباحثون والمخططون التعرف على الأحوال الجوية، فالمناخ له علاقة بكل شئ، فبالنسبة للانسان فهو يسبب له الشعور بالراحة أو الارهاق، بالخمول أو النشاط، بالسعادة أو الاكتئاب، بالتوازن أو الاختلال، وجميعها تجتمع تحت صحة الانسان، وبالنسبة للنبات فهو يحدد مستوى سرعة النمو، الانبات، والاثمار والأزهار، وبالنسبة للحيوان فهو يؤثر فى التكاثر والنمو وصحة الحيوان، وبالتالى فهو يؤثر فى الأنشطة البشرية المعتمدة على ذلك.

فللمناخ إذن تأثير نفعي هام لا يمكن أن نتجاهله، أو يتجاهله المخططون عند وضعهم لخطط التنمية، بل يجب أن يوضع في الاعتبار عند إعداد أي دراسة بيئية هادفة، أو مشروع اقتصادي يهدف إلي تحقيق الربح والازدهار والتنمية.

والمناخ عامل مؤثر فى مختلف أوجه النشاط الاقتصادية وخير مثال على ذلك إقليم المناخ المعتدل الدافئ غرب القارات[1]، فيتوزع هذا الإقليم فى ستة

(١) يعرف أيضاً بأنه إقليم مناخ البحر المتوسط.

نطاقات أساسيه تنحصر فيما بين دائرتى عرض ٣٠ ، ٤٥ درجة شمالا وجنوباً على النحو التالى:

١- الساحل الجنوبى لأوروبا المطل على البحر المتوسط.

٢- الساحل الشمالى الغربى لأفريقيا المطل على البحر المتوسط.

٣- الساحل الجنوبى الغربى لأفريقيا (اقليم كيب تاون).

٤- الساحل الشرقى لحوض البحر المتوسط (غرب آسيا).

٥- السواحل الغربية من استراليا.

٦- سواحل شيلى بأمريكا الجنوبية.

يسود هذه الاقاليم مناخ حار جاف صيفاً دافئ ممطر شتاءً، وتسود الاقليم ترية سوداء خصبة غنية بالمواد العضوية والمعدنية، ويسود النمط النباتى الطبيعى الحشائش المعتدلة اللينة التى تناسب حرفة رعى الأبقار والجاموس للحومها وألبانها والأغنام لأصوافها، وقد ازيلت بعض نطاقاتها وحلت محلها زراعة القمح أو الفاكهة من الرمان والتين والزيتون والموالح والخوخ والمشمش والتفاح والكروم ونخيل البلح وغيرها. وكانت المحصلة أن معظم الاقاليم الواقعة داخل هذا النطاق المناخى تشتهر بانتاج وتصدير القمح واللحوم والألبان والصوف والفاكهة. وارتفع الدخل القومى لها وارتفع نصيب الفرد من الدخل القومى فيها، وزاد أمد الحياه بها بالمقارنة بالاقاليم المناخية الحارة المدارية والاستوائية، فمن المعروف أن ارتفاع الحرارة والرطوبة النسبية فى الاقاليم الحارة الرطبة يضعف الطاقة الذهنية ويقلل من قدرة الانسان على العمل ويساعد على انتشار الأمراض والأوبئة.

ولا يشعر الانسان بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية، اذ تنخفض قدرته على تحمل درجة الحرارة حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع الرطوبة النسبية، وتزداد قدرته على تحمل درجة الحرارة فى حالة الهواء الجاف. وتعددت الآراء حول الجو المناسب لراحة

الانسان وزيادة قدرته على العمل، فهناك من يرى أن الشعور بالراحة وازدهار القدرة على العمل يكون عندما تبلغ درجة الحرارة ٢٠°م وتقترن برطوبة نسبية تبلغ ٧٠٪، وآخر يرى أن الشعور بالراحة والنشاط يكون عند درجة ٣٠° ورطوبة نسبية ٥٠٪، والواضح أن الشعور بالراحة والنشاط يكون عندما يقترن الانخفاض فى درجة الحرارة مع الارتفاع فى الرطوبة النسبية، أو ارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض الرطوبة النسبية. ولهذا يتدخل المناخ فى تحديد قدرة الانسان على العمل والنشاط والابتكار.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال الزراعي

يعد الضوء أحد العوامل الرئيسية ذات التأثير المباشر فى الانتاج الزراعى حيث يشكل المصدر الرئيسى للطاقة التى يحتاجها النبات لاتمام عملية النمو، ويتحدد طول النهار تبعاً لمدة دوام الشمس فى المكان، ويؤثر تكاثف السحب فى مدة سطوع الشمس خلال فترة النهار فقد يكون النهار قصيراً أو طويلاً والشمس غير ساطعة لعدة ساعات، فنهار طويل ملبد بالغيوم يعنى أن درجة سطوع الشمس أقل ما يمكن، بينما نهار قصير بدون سحب يعنى زيادة ساعات سطوع الشمس أو درجة سطوع أكبر.

ويؤثر كل من طول النهار ومدة سطوع الشمس فى نمو المحاصيل، فترتبط عملية التمثيل الضوئى بطول النهار التى تحدد طول فترة النمو الخضرى للنبات، فى حين ترتبط بعض صفات المحاصيل بمدة سطوع الشمس. فعلى سبيل المثال يزداد طول تيلة القطن وتزداد مقاومته للملوحة بزيادة ساعات سطوع الشمس، ويزداد تكون فيتامين ج فى الطماطم بزيادة ساعات سطوع الشمس على المحصول.

وتؤثر درجة الحرارة تأثيراً مباشراً فى الحياة النباتية على سطح الأرض، فهى عنصر هام يحدد التوزيع المكانى والزمانى للمحاصيل، ونمو مجموعها الخضرى، ومستوى انتاجية الأرض منها، ويعنى ذلك أنها عنصر هام يجب

وضعه في الاعتبار عند وضع سياسة محصولية ملائمة للظروف المناخية السائدة. وتشكل درجة الحرارة عاملاً هاماً محدداً لموسم النمو الزراعى وتحديد مواعيد زراعة المحاصيل منذ وقت البذر الى وقت الحصاد، وتتوقف انتاجية الأرض الزراعية من المحاصيل المختلفة على مدى سيادة درجات الحرارة المثلى لزراعة كل منها خلال موسم النمو الزراعى، فتتسبب الانحرافات فى درجة الحرارة – الموجبة أو السالبة – عن المعدلات المثلى للنمو فى انخفاض انتاجية المحصول المزروع. فعلى سبيل المثال تتوقف الساق الرئيسية لشجرة القطن عن النمو اذا ارتفعت درجة الحرارة الى أكثر من ٣٧ْم ولو لفترة قصيرة تبلغ ٢٤ ساعة، ويضعف نمو محصول الطماطم ويقل الاثمار اذا ما تعرض لدرجات حرارة أقل من ٢٠ْ م، ويتوقف نمو جذور أشجار الموالح عند تعرضها لدرجات حرارة أقل من ١٢ْم وتدخل فى دورة سكون تزول بعد ارتفاع درجة الحرارة عن هذه الدرجة.

وللرياح تأثير مباشر فى عمليات زراعة المحاصيل، فالزراعة تتأثر باتجاه الرياح وسرعتها، فهبوب الرياح الجافة الآتية من الصحراء يزيد من عملية التبخر مما يؤثر فى زيادة الفاقد من مياه الرى ورطوبة التربة وترسيب الغبار والرمال فى التربة وفوق أوراق وأغصان المحاصيل الزراعية مما يتطلب زيادة الجهد فى الخدمة الزراعية، كما يؤثر هبوب الرياح شديدة السرعة على بعض المحاصيل فتتأثر الذرة مثلاً بالرياح الشديدة حيث تتساقط السيقان المحملة بالثمار مما يؤدى إلى تلفها، كما أن لها آثار سيئة على محصول العنب، فتتسبب الرياح الشديدة فى تكسر أفرعها الحديثة وتسقط الأزهار فتنخفض انتاجيه المحصول، وتؤدى أيضا الى سقوط الأوراق والأزهار والثمار وجرح الكثير من الثمار على الأغصان نتيجة تصادمها مع الأفرع، وتتسبب الرياح الحارة فى سرعة النتح وسحب الاشجار للماء من الثمار التى تصاب بالجفاف مما يسهل عملية انفصالها عن الشجرة وتساقطها على الأرض.

وتؤثر الرطوبة النسبية فى نمو المحاصيل عن طريق تأثيرها المباشر فى عملية النتح التى يحتاج اليها النبات، وتتأثر الرطوبة النسبية بدرجة حرارة الهواء فانخفاض درجة حرارة الهواء مع ارتفاع نسبة الرطوبة يقلل من الأثر الضار للبرودة، أما نقص وزيادة الرطوبة طردياً مع انخفاض وارتفاع درجة الحرارة فيؤثر تأثيراً ضاراً على المحاصيل وبخاصة فى طور الازهار والاثمار، وغالباً ما يتحدد نمو المحاصيل من عدمه بكمية المياه التى تفقدها.

وتعد عملية التبخر من الأهمية بمكان حيث تفرض تأثيرها الواضح عند حساب الاحتياجات المائية للأراضى الزراعية، فعند تحديد الاحتياجات المائية للأراضى الزراعية يضاف اليها كمية المياه المفقودة بالتبخر من قنوات الرى والأرض الزراعية لتعويض الأراضى الزراعية ما فقدته من مياه بالتبخر وضمان وصول كميات المياه اللازمة للرى.

وتؤثر معدلات التبخر فى اختيار طرق الرى المتبعة فمنها ما يروى بالغمر، أو الرش أو التنقيط وتعد الأخيرة الأنسب للمحاصيل الشجرية فى النطاقات التى ترتفع فيها معدلات التبخر.

وتظهر أهمية الأمطار فى النطاقات الزراعية التى لا يصل إليها مياه الانهار أو الخالية من المياه الجوفية، وتسمى نطاقات الزراعة المطرية، وتحدد كمية وطول موسم الامطار طول موسم النمو الزراعى، والمساحة المزروعة.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال الصناعي

يعد المناخ أحد الضوابط البيئية التى توضع فى الاعتبار عند تحديد مواقع الصناعة وبخاصة اذا كانت الصناعة تقع بجوار المدن أو الأراضى الزراعية، فيجب أن يراعى أن يكون موقع المصنع موقعاً هامشياً بالنسبة للنطاقات السكنية أو الزراعية وأن يكون المصنع فى موضع تأخذ فيه الرياح السائدة معها الملوثات والأدخنة بعيداً عن النطاقات السكنية والزراعية.

وحتى عهد قريب كانت بعض الصناعات يتحدد موقعها وفق نوع المناخ السائد حيث تؤثر الأحوال الجوية فى سير عمليات الصناعة ومراحلها وذلك قبل

أن يشهد مجال الصناعة التقدم الكبير فى وسائل التدفئه والتبريد، فكانت صناعة الغزل والنسيج تحتاج إلى مناخات رطبة حتى لا تتقصف تيلة القطن خلال مراحل تصنيعها، وكانت صناعة تجفيف الفاكهة تحتاج إلى مناخ مشمس جاف يستخدم فى تجفيف الفاكهة، ولكن فى الوقت الحاضر تقدمت الصناعة ووسائل التدفئة والتبريد بداخلها بل أمكن التحكم فى الجو داخل المنشآت الصناعية حسب حاجة كل صناعة ولم يعد المناخ عامل يؤثر فى التوطن الصناعى.

وفى الاقاليم التى يسود فيها الاعاصير المدارية القوية تحتاج المبانى الصناعية الى هياكل تثبيتية لحماية المنشآت الصناعية ومقاومتها للرياح الشديدة القوية.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال التعديني

يؤثر المناخ فى عمليات استخراج الخامات المعدنية ونقلها وبخاصة اذا كانت حرفة التعدين تمارس فى نطاقات متطرفة مناخياً مثل الاقاليم الباردة والاقاليم الحارة. ففى المناطق الباردة يكون من الضرورى تدفئة مواقع العمل ومساكن العاملين وإذا انخفضت درجة الحرارة الى دون الصفر يكون من الصعب استمرار النشاط التعدينى، وفى المناطق الحارة وبخاصة الصحارى الجافة يكون من الضرورى توفير المياه العذبة والغذاء وطرق النقل والمواصلات، وفى الحالتين يرفع ذلك من تكاليف الانتاج.

وفى حالة نقل الخامات من مناطق الانتاج (المناجم) الى مناطق الصناعة عن طريق الانهار أو المسطحات المائية المالحة فإن انخفاض درجة الحرارة الى دون الصفر يجمد تلك المسطحات المائية وتتوقف عمليات شحن الخامات ويتم الاعتماد على طرق أخرى مثل الطرق البرية أو السكك الحديدية بتكاليف اكثر من النقل المائى مما يرفع من تكاليف الانتاج ومن سعر الخامات. فعلى سبيل المثال ينقل الحديد الخام الذى يعدن فى السويد من البحر البلطى غرب أوروبا، وفى فصل الشتاء عندما يتجمد البحر البلطى ينقل الخام عبر الأراضى السويدية عن طريق السكك الحديدية من مناطق التعدين عابراً الأراضى

النرويجية الى ميناء نارفيك النرويجى على ساحل المحيط الاطلسى وعلى الرغم من وقوعه فى عروض أعلى بالمقارنة مع الموقع الفلكى للبحر البلطى إلا أن المياه على المحيط الاطلسى هنا تكون فى حالة سائلة بسبب مرور تيار الخليج الدافئ بجوارها الذى يرفع من درجة حرارة المياه بما يحول من تجمدها، وبالتالى يتم تصدير خام الحديد السويدى من ميناء نارفيك النرويجى الى جميع جهات العالم، وينتج عن ذلك ارتفاع تكاليف النقل والشحن بسبب نقل الخامات من دولة الى أخرى غير دولة المنشأ.

أثر المناخ والانتفاع به في مجال النقل والمواصلات

يراعى عند وضع أى نظام من أنظمة النقل أن يكون متوافقاً مع الظروف المناخية السائدة، فالأحوال الجوية تؤثر فى جميع صور النقل (الجوى – المائى – والبرى سواء كان على الطرق أو بالسكك الحديدية) وما يرتبط بها من توزيع الطرق ومسار كل طريق، خصائصه المكانية والزمانية، ودرجة الأمان عليه، والحمولة المناسبة، والخدمات المناسبة له. كما يؤدى انحراف حالة الجو عن المعدلات الطبيعية له الى انخفاض درجة الأمان على الطرق وحدوث الحوادث وتعطيل حركة النقل والمواصلات والشحن والتفريغ مما يؤثر سلباً فى الأنشطة الاقتصادية. ولذلك يجب أن تتوافر المعلومات عن حالة الجو على الطرق بأنواعها حتى تؤخذ فى الاعتبار عند تحديد موعد الانطلاق والمسار الأنسب وزمن الرحلة واحتياطات السلامة والامان.

فبالنسبة **للنقل الجوي** فان كل مطارات العالم تشتمل على مركز من مراكز الأرصاد الجوية لكى تمد فريق الملاحة بنشرة جوية مفصلة ودقيقة عن حالة الطقس وقت الاقلاع، وقيم عناصر الجو على طول امتداد خط الطيران، وحالة الطقس وقت الهبوط، فإن معلومات مدى الرؤية فى محيط المطار، ودرجة الحرارة، واتجاه الرياح تعد من أهم المعلومات وقت الاقلاع والهبوط، ومعلومات الضغط الجوى والرياح والأعاصير تعد من أهم المعلومات اثناء سير الرحلة.

وفى البداية يعتمد اختيار موقع المطار بشكل أساسى على الظروف المناخية السائدة بالمكان، لذا يحتاج ذلك الى دراسات مناخية لعناصر درجة الحرارة، مدى الرؤية، أنظمة الرياح الدائمة أو الموسمية أو المحلية، تكاثف الضباب والسحب، حتى يتم اختيار الموضع المناسب لهبوط وصعود الطائرات والشكل الهندسى لمبنى المطار، واتجاهات الممرات، وجداول الرحلات واتجاهاتها.

فدرجة حرارة الهواء وتأثيرها على درجة حرارة ممر الطيران تؤثر فى معامل احتكاك عجلات الطائرة مع الممر ولذلك تستخدم فى حساب مدة صلاحية العجلات وفى تحديد الحمولة المناسبة للطائرة، كما تؤثر درجة حرارة الهواء أيضا فى كفاءة المحرك النفاث للطائرة التى تنخفض مع ارتفاع درجة الحرارة فى محيط المحرك.

وتؤثر سرعة واتجاه الرياح فى تحديد ممرات الطيران، فعمليتى الاقلاع والهبوط تعتمدان بشكل أساسى على سرعة واتجاه الرياح، كما تعد الرياح عاملاً محدداً لسرعة الطائرة أثناء رحلة الطيران وبالتالى زمن الرحلة وموعد وصولها، كما أن اتجاه خط الطيران وارتفاع الطيران يتعدلان فصلياً ليتوافقا مع التغير الفصلى فى الضغط الجوى ونظم الرياح التابعة له الناتج بفعل التغير الفصلى لموقع تعامد الشمس على دوائر العرض، كما أن التغير الرأسى فى سرعة الرياح تؤثر على الطيران العمودى (بالطوافات العمودية).

ويتسبب تباين الضغط الجوى خلال رحلة الطيران فى تكون ما يعرف بالمطبات الهوائية التى تشكل ازعاجاً للمسافرين وأحياناً خطراً على الملاحة الجوية بشكل عام، كما يتطلب ذلك من فريق الملاحة الجوية تغيير قيمة الضغط الجوى داخل كابينة الطائرة لكى تتعادل مع قيمته المرصودة وقت الطيران عند مستوى سطح البحر ليحافظ على حياة الركاب، وعلى هيكل الطائرة من التفكك أو الانفجار. فالضغط الجوى ينظم عملية التنفس لدى الكائنات الحية، ويحفظ تماسك الأجسام بأنواعها، ولأن الضغط الجوى ينخفض بالارتفاع بعيداً عن سطح البحر فعلى الملاح أن يقوم بزيادة الضغط الجوى تدريجيا منذ لحظة

الاقلاع لتعويض الانخفاض الذى يحدث له بسبب ارتفاع الطائرة بعيداً عن سطح الأرض ولكى يتعادل مع قيمته عند مستوى سطح البحر، ويحدث العكس أثناء الهبوط حيث يتم خفض الضغط الجوى داخل الطائرة تدريجيا لتعويض الارتفاع الذى يحدث له بسبب انخفاض الطائرة واقترابها من سطح الأرض لكى يتعادل دائماً مع قيمته عن مستوى سطح البحر.

ويتسبب اختراق الطائرة للسحب والأعاصير الصغيرة فى ازعاج وعدم راحة المسافرين فيصابوا بالإعياء وشعورهم بأن الطائرة أصبحت خارج نطاق السيطرة، ولهذا يجب تفادى الدخول فى التكاثف الشديد للسحب فى نطاق الاعصار لتفادى الاصابة بعاصفة رعدية.

ويتسبب حدوث الضباب فى محيط المطار وعلى ممرات المطار فى انعدام الرؤية أثناء الهبوط أو الاقلاع وغالداً ما يتسبب ذلك فى تأخير موعد الاقلاع أو الوصول، وتستخدم مصابيح قوية مثبتة على الممرات فى الاضاءة لوضوح الرؤية وتشتت الضباب ويستخدم أحياناً محركات قوية ترفع من حرارة الهواء على الممرات مما يساعد على تشتت الضباب.

ويتسبب سقوط الثلج على ممرات المطار فى انعدام وزن الطائرة أثناء ملامستها للممر وانزلاقها ويتم ضخ أو رش المياه الساخنة على الممرات باستمرار لتذويب الثلوج وجعل الممرات خالية من الثلج.

ويدل العرض السابق على أن معلومات حالة الجو لازمة للملاحة الجوية وهى عصب هذه الملاحة فمن المستحيل أن نتجاهل أحوال الجو الذى نسير فيه، ومعلومات الأرصاد الجوية لازمة لارشاد الطائرات وزيادة الأمان فى كل مرحلة من مراحل رحلة الطيران.

أما النقل المائي فيتأثر بأحوال الطقس فى جميع مراحل الرحلة البحرية، فتتأثر كتلة المياه بحركة الأمواج التى تدفعها الرياح مباشرة، وحركة التيارات البحرية التى تمثل الرياح الدائمة أحد القوى التى تؤثر فى حركتها واتجاهاتها، وفى محيط الميناء يتم بناء حواجز الأمواج حتى ترتطم بها الأمواج العاتية على

بعد بضعة كيلو مترات قبل وصولها الى أرصفة الميناء حتى ينخفض ارتفاع الأمواج ويزداد هدوؤها أثناء دخول السفينة الى رصيف الميناء، وحتى تتم عملية الشحن والتفريغ والسفينه فى حالة ثبات تقريباً.

أما خلال رحلة السفينة فإن، سرعة السفينة تتناسب عكسياً مع ارتفاع الأمواج وسرعة الرياح، وتشكل الرياح العاصفة التى تسبب أمواج عالية خطراً على الملاحة البحرية بسبب ارتطامها بالسفينة ودفعها للسفينة خارج خط الملاحة، وتشكل الاعاصير المدارية بالمحيطين الهادى والأطلسى خطراً كبيراً على الملاحة حيث تتسبب شده الرياح فى تغيير مسار السفينة – بغض النظر عن حجمها – أو فقدها ويعد التحذير من حدوث الاعاصير وسرعة دورانها وحركاتها من قبل مراكز الارصاد الجوية عاملاً أساسياً لنجاح الملاحة فى تلك الاقاليم، كما يمثل الضباب أحد مخاطر الملاحة البحرية حيث ينخفض معه مدى الرؤية أو تنعدم تماماً مما يؤدى الى تصادم السفن ببعضها داخل خط الملاحة أو بحواجز وأرصفة الميناء أثناء دخول السفينة للميناء.

ويشكل انخفاض درجة الحرارة الى دون الصفر فى بعض أوقات السنة إلى تجمد المياه بالأنهار والمحيطات وإعاقة الملاحة بداخلها، ويعد التحذير من تجمد المياه عن طريق النشرة الجوية أمراً هاماً لتجنب السير فى اتجاهات الملاحة المتجمدة وتحويل مسار السفينه الى اتجاهات أخرى، أو استخدام سفن محطمات الجليد وهذه السفن يوجد بمقدمتها محطم جليد يفتح لها الطريق أثناء السير ويؤدى استخدامها الى انخفاض سرعة السفينة وزيادة زمن الرحلة، وانخفاض حمولة السفينة، مما يرفع من تكاليف النقل والشحن للحمولة المنقولة.

ويعد البحر البلطى، ونهر سانت لورنس، ونطاق جزر الارخبيل الكندى من اكثر خطوط الملاحة البحرية التى تتعرض للتجمد فى فصل الشتاء مما يرفع تكاليف النقل والشحن ويعوق عمل الموانى، ويؤدى للاعتماد على خطوط السكك الحديدية فى النقل والشحن أو تعطيل حركة الملاحة البحرية فى فصل الشتاء من كل عام.

وتشكل حوادث النقل البحرى بسبب سوء الأحوال الجوية مظهراً متكرراً وشائعاً فى جميع النطاقات البحرية على مستوى العالم، وذلك على مستوى القوارب الصغيرة أو السفن كبيرة الحجم، ويقدر عدد الموتى والمفقودين فى حوادث النقل بما يعادل عدد الموتى والمفقودين فى الحروب العالمية والاقليمية التى تعرض لها العالم، وهو ما يعكس الحجم الكبير للخسائر البشرية من جراء سوء الأحوال الجوية التى تواجه الملاحة البحرية، وتعكس أهمية صدور نشرات جوية دقيقة مستمرة خلال رحلة الملاحة البحرية للتحذير من الاخطار الجوية التى يمكن أن تواجه الرحلة.

أما بالنسبة للنقل البري فهو ينقسم الى النقل على الطرق، والنقل بالسكك الحديدية، وكلاهما يتأثر بشكل مباشر بحالة الطقس، فالطقس الجيد يساعد على زيادة استخدام الطرق ويقلل من الاعتماد على السكك الحديدية والعكس صحيح. فيمكن أن يعوق الطقس السئ السير على الطرق فى حالة انخفاض مدى الرؤية، أو سقوط الأمطار، أو سقوط الثلج، أو زيادة سرعة الرياح، وهى أخطار – عدا انخفاض مدى الرؤية – لا تؤثر على حركة السكك الحديدية التى تعتمد على السير فوق القضبان الحديدية فى مسارات محددة معزوله لا يتداخل معها أى حركة من حركات السير الأخرى.

ولقد تطورت السكك الحديدية فى الوقت الحاضر تطوراً كبيراً وتزايدت خطوطها ودرجة الأمان والسلامة عليها وتزايدت سرعتها وأصبحت تربط بين الدول بالاضافة الى ربطها نطاقات وأقاليم الدولة الواحدة، وهى بالاضافة الى كونها طرق أساسية يعتمد عليها الأفراد والأنشطة الاقتصادية بالدولة الواحدة أو بالدول المتجاورة إلا أن حركة النقل والمواصلات تزيد عليها وتتعاظم عندما يصبح الطقس سيئاً غير مناسب لاشكال النقل الأخرى وبخاصة على الطرق البرية والجوية حين يفضل المسافرون استخدامها تجنباً لمخاطر السفر على الطرق البرية والجوية.

ويمثل انخفاض مدى الرؤية وسقوط الثلوج وتراكمها فوق القضبان

الحديدية، وهبوب العواصف وبخاصة الرملية وترسب الرمال وتراكمها فوق القضبان الحديدية، أهم العوامل الجوية التى تعوق حركة النقل بالسكك الحديدية وتتسبب فى تعطيلها وارتباك جداول رحلاتها. كما يؤدى الارتفاع أو الانخفاض الشديد لدرجة الحرارة، واندفاع مياه السيول والفيضانات الى تخريب نظم النقل بالسكك الحديدية، وفى هذه الحالة تحتاج الى عمليات صيانة مستمرة لتحقيق السلامة والأمان بها.

ويشكل النقل بالطرق اكثر أشكال النقل المستخدمة فى العالم على الرغم من انخفاض حمولة المركبة التى تسير عليها بالمقارنة بوسائل النقل الأخرى، وتتأثر حركة النقل على الطرق بالأحوال الجوية بشكل مباشر بدءً بالمادة التى يصنع منها الطريق التى يجب أن تتناسب مع المعدلات السائدة لدرجة الحرارة، والتغير الفصلى لها، ففى الاقاليم الباردة جداً التى تتعرض لسقوط الثلوج خلال الفصل البارد يتم تمهيد الطرق بخلطة أسمنتية بدلاً من استخدام القار الذى يتعرض للتشقق والانكماش والتصدع بعد ذوبان الجليد وارتفاع درجة الحرارة بالفعل الميكانيكى، كما تستخدم جذوع الأشجار المنشورة والمتراصة فى تمهيد الطرق وهى طرق آمنة جداً خلال موسم سقوط الثلوج وبعد ذوبان الجليد.

ويؤثر الصيف الحار فى لزوجة الطرق الأسفلتية المصنوعة من القار حيث يؤدى ارتفاع درجة الحرارة الى انصهار القار مما يعرض المركبات لخطر الانزلاق ويؤدى الى تلف الطريق وانبعاجه وظهور المقبات التى يمكن أن تصطدم بها المركبات مما يشكل خطورة عليها ويعرضها للتلف والانقلاب.

ويتسبب سقوط المطر واختلاط المياه الراكدة أو الجارية على الطرق بالرمال والاتربة فى تكون الوحل مما يساعد على انزلاق السيارات وانحرافها عن مسار الطريق، كما تتلف المياه المادة التى تم تمهيد الطريق بها بواسطة الاذابة ويؤدى ذلك الى تفكك جزئياتها وبالتالى تظهر الحفر التى سرعان ما تتسع مع استمرار سقوط الأمطار واصطدام إطارات السيارات بها مما يتسبب فى تلف المركبات وانقلابها.

ويؤدى انخفاض مدى الرؤية على الطرق بسبب حدوث الضباب أو الشابورة الى تعرض المركبات للتصادم وحدوث الحوادث على الطرق السريعة بشكل خاص، كما يؤدى زيادة ميل أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض وقت شروق الشمس وبعده بفترة قصيرة، وكذلك قبل غروب الشمس بفترة قصيرة الى حدوث الوهج أوودخول أشعة الشمس الى داخل العين مباشرة فيؤذى العين ويؤثر على كفاءة سائق المركبة، ويعد استخدام زجاج سيارات أخضر أو وردى اللون بمثابة مرشح يمتص هذا الوهج الاشعاعى الذى يزداد وميضه وتلألؤه فى حالة سقوط الأمطار أو جريان المياه عند ذوبان الجليد على سطح الأرض.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال العمراني

حاول الانسان منذ بداية الخلق أن يجد لنفسه مأوى يحميه من تقلبات الجو، فسكن الانسان الأول الكهوف ثم فكر فى بناء هياكل من تصميمه تقوم بدور الحماية التى كانت توفرها الكهوف، ومع تقدم مهارة الانسان وتطور أفكاره واساليبه أخذت تلك الهياكل أشكالاً لها فراغات داخلية وغرف مستقلة يزاول فيها أنشطته بداخلها ويستخدمها لايواء أفراد عائلته، فأصبح هذا المأوى يعرف بالمسكن، وحاول الانسان أن يكون مسكنه مريح وارتبطت حالة الراحة بالرضا عن البيئة الحرارية المحيطة.

ويعد توفير درجة الحرارة الباعثة للراحة أول ما يوضع فى الاعتبار عند تصميم المسكن أو المبنى السكنى، ويعتمد ذلك على نوع مادة البناء وتصميم المسكن واتجاهه ومواقع فتحاته واتجاهاتها. ويأتى بعد ذلك حماية المنزل من مخاطر التعرض للرياح الشديدة وبخار الماء فى الجو ومياه الأمطار والثلوج، فحاول الانسان تثبيت المسكن وتدعيمه ليقاوم الرياح الشديدة، واستخدم مواد بناء مقاومة للرطوبة الجوية ومياه الأمطار، وصمم الأسقف مائلة ليسهل تصريف مياه الأمطار أو الثلوج المتساقطة.

ويستخدم الانسان مادة البناء المتاحة فى بيئته، فيشكل كل من الطمى، الطين، الطوب الطينى المحروق، والطوب الطفلى، الطوب الجيرى، الطوب الرملى، الطوب الأسمنتى، والخرسانة المسلحة، مواد البناء الأساسية فى الأقاليم التى يتوافر بها مصادر تلك المواد من صخور ورواسب، وتشكل الأخشاب مادة البناء الأساسية فى الاقاليم التى يتوفر بها الغابات.

وتتأثر درجة الحرارة داخل المسكن بمادة البناء المستخدمة فى بناء الحوائط والأسقف والأرضيات، فيعد كل من الطمى والطين والطفل والأخشاب مواد عازلة للحرارة ينخفض معدل التوصيل الحرارى بها، فتوفر عزلاً حرارياً طبيعياً للمسكن يحميه من ارتفاع درجة الحرارة فى الفصل الحار فتكون درجة الحرارة داخل المسكن – المبنى بإحدى تلك المواد – أقل من درجة الحرارة خارج المسكن، وتحميه من انخفاض درجة الحرارة فى الفصل البارد فتكون درجة الحرارة داخل المسكن أعلى من درجة الحرارة خارجه. أما فى حالة استخدام مواد بناء من الحجر الجيرى أو الرملى أو الأسمنتى فهى مواد يرتفع فيها معدل التوصيل الحرارى وبخاصة الطوب الاسمنتى وبالتالى تكون أقل عزلاً لدرجة الحرارة داخل المسكن عن ما هو بخارجه، وفى حالة استخدام الطوب الأسمنتى الذى يتسم بكونه أعلى مواد البناء المذكوره فى معدل التوصيل الحرارى ففى فصل الصيف تكون درجة الحراره داخل المسكن أعلى من درجة الحرارة خارجه، وفى فصل الشتاء تكون درجة الحراره داخل المسكن أدنى من درجة الحرارة خارجه.

وتتأثر مواد البناء المذكورة بالرطوبة الجوية – نسبة بخار الماء فى الهواء – فتشكل الطمى والطين والطفل والأخشاب مواد قوية تتحمل الرطوبة الجوية ولا تتفاعل معها بسهولة، أما الحجر الجيرى والرملى فهى مواد ضعيفة أمام الرطوبة الجوية وتتفاعل معها فتذيبها وتفتتها.

ويتناسب نمط المسكن مع الأحوال الجوية ففى الاقاليم الحارة يشتمل المسكن الريفى على الحوش الداخلى لكى يوفر التهوية الداخلية للمسكن ويقلل

من احتباس الطاقة الحرارية بداخله، وفى المدن يشتمل المسكن على التراس المطل على الشارع وتتعدد نوافذه الكبيرة، ويضم المبنى فتحات رأسية داخلية تكون مظللة ومحمية من الشمس.وتصمم النوافذ الداخلية مطلة عليها فتوفر التهوية ولأنها مظللة بالمقارنة بالنوافذ الموجودة على الشوارع والطرق فتكون درجة حرارة الهواء فيها أقل من الشوارع وبالتالى تشكل نطاقات محلية من الضغط المرتفع يندفع منها الهواء ماراً داخل المسكن متجهاً نحو النوافذ المطلة على الشارع الأعلى فى درجة الحرارة والأقل فى قيمة الضغط الجوى مما يوفر تياراً هوائياً بارداً داخل المسكن يخفض من درجة حرارته أثناء الفصل الحار.

أما فى المناطق الباردة فيكون طراز المبنى خالياً من الفتحات الكثيرة أو الواسعة أو المكشوفة، وتتميز بوجود نوافذ زجاجية تسمح بدخول أشعة الشمس بشكل كبير داخل المبنى والاستفادة من احتباس الأشعة الحرارية التى تنفذ من خلالها ولا يسمح الزجاج بعودتها إلى خارج المسكن مرة أخرى، فترفع من درجة الحرارة إلى حد ما. كما تبطن الجدران بمواد عازلة لا تسمح بتسرب البرودة من خلالها إلى داخل المبنى ولا تسمح بتسرب التدفئة الداخلية إلى خارج المبنى.

وتتأثر خطة المدينة واتساع شوارعها وارتفاع مبانيها بزاوية سقوط الشمس فيتناسب إتساع الشوارع طردياً مع زاوية سقوط الشمس على درجة عرض المدنية لكى تصل أشعة الشمس الى أكبر مساحة ممكنه من الشوارع مما يوفر الاضاءة المناسبة، كذلك يتأثر تدفق الطاقة الحرارية داخل المدينة بمدى اتساع شوارعها وارتفاع مبانيها وأشكالها الهندسية فيقلل ضيق الشوارع وارتفاع مبانيها من تسرب الاشعاع الحرارى نحو الفضاء مما يتسبب فى ارتفاع درجة حرارة النطاقات كثيفة المبانى وبخاصة فى قلب المدينة بالمقارنة بهوامشها.

وتتباين نسبة الألبيدو داخل المدن تبعاً لمادة الطلاء المستخدمة فى طلاء المبانى فكلما كان اللون داكناً كلما انخفضت نسبة الألبيدو، والعكس صحيح. وتتأثر حركة الهواء وتدفقه داخل المدن بخطة المدينة حيث تشكل المبانى

وارتفاعاتها المطلة على السواحل – فى المدن الساحلية – حاجزاً يمنع وصول نسيم البحر الى النطاقات الداخلية من المدينة، وتعوق الانسياب الطبيعى للرياح وتوزيع بخار الماء. وفى المدن بشكل عام تؤثر حركة الهواء وتدفقه على توزيع درجة الحرارة وبخار الماء والملوثات والمواد العالقة والروائح بين نطاقاتها.

أثر المناخ والأنتفاع به في المجال السياحي

يشكل المناخ المستقر أحد عوامل الجذب السياحى فى الأقاليم السياحية، ولذلك فهو يوضع فى الاعتبار عند اختيار مواقع المنتجعات والقرى والمنشآت السياحيه حتى يتحقق اكبر قدر من الاستجمام والتمتع. كما يوضع فى الاعتبار عند تحديد الشكل الهندسى لتلك المنشآت، فدائما ما تكون ذات تصميم مميز جميل ومبتكر متوافق مع اتجاه أشعة الشمس ولها فتحات ومساحات مكشوفة تحقق التمتع بالمناظر الخلابة ونسيم الهواء.

ويعتمد تحديد الأنشطة السياحية الترويحية والترفيهية على نوع المناخ السائد فى الأقاليم السياحية مثل نطاقات الغابات، والسفوح الجبلية، والبحيرات العذبة، والسواحل البحرية، فالمناخات المستقرة التى ينخفض فيها عدد الأيام التى تنحرف فيها خصائص عناصر المناخ عن معدلاتها الطبيعية الهادئة تشكل مناطق انتعاش سياحى نتيجة لاستقرار الطقس وعدم تعرض منشآتها ومرافقها وخدماتها لأخطار الانحراف المناخى.

وعلى النقيض من ذلك تعد الاقاليم المناخية المتطرفة التى تتسم بهبوب الرياح الشديدة والامطار الغزيرة والثلوج وما يتبع ذلك من تدمير المنشآت السياحية والطرق المؤدية إليها وقطع خطوط الاتصال والكهرباء وحدوث الانهيارات الجليدية – تعتبر هذه الاقاليم طاردة للنشاط السياحى بسبب الأخطار التى يتعرض لها هذا النشاط.

وترتبط رياضات التزحلق على الجليد بموسم سقوط الثلج وتجمد البحيرات فى الفصل البارد بالعروض العليا، أو فوق قمم الجبال بها، وترتبط رياضة

الاستحمام بالفصل الحار، والرياضات البحرية مثل الغوص، صيد الاسماك وسباق اليخوت باستقرار الطقس واعتدال الحرارة، ورياضات التزحلق على المياه، وسباق القوارب الشراعية بهبوب الرياح القوية.

فالمناخ إذن عصب النشاط السياحى الترفيهى والترويحى والرياضى، فلكل نشاط سياحى مناخاً مناسباً له، وهو يشكل مورداً طبيعياً يسهل استغلاله والتكيف معه مما يعود بالنفع والربح على المنشآت السياحية.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال التجاري

يرصد المتعاملين بالبورصات – أسواق المال – العالمية الأحوال المناخية السائدة فى الأقاليم المنتجة للحاصلات الزراعية، ويدرسون التقلبات المناخية المتوقعة فيها والآثار المتوقعة لها وما سوف ينعكس عليها من قرارات فى الأسواق الزراعية من حيث ارتفاع أو انخفاض المعروض منها والطلب عليها.

خصصت قطاعات زراعية اقتصادية عالمية عديدة معامل مناخية لتحليل الطقس والمناخ وإصدار نشرات التوقع بالطقس فى مناطق إنتاج المحاصيل الحقلية مثل الحبوب الغذائية وعلى رأسها القمح، ومحاصيل الفاكهة مثل الموز، ومحاصيل حقلية أخرى مثل القطن، الكاكاو، البن وهى من أكثر المحاصيل التى يتأثر إنتاجها بأحوال الطقس والمناخ السائدة فى أقاليم إنتاجها، وذلك لكى يتوقعوا مستوى تأثير استقرار أو عدم استقرار الأحوال الجوية فى الأقاليم الزراعية المنتجة لها وما سوف ينعكس على ذلك من كمية الإنتاج المعروضة من تلك المحاصيل، وهو ما يشكل مؤشراً لأسعار تلك المحاصيل ويحدد كمية ما سوف يعرض منها خلال الأعوام المقبلة، وكمية ما سوف تحتاجه الأسواق العالمية منها والبحث عن بدائل فى حالة نقص الإنتاج أو فتح أسواق جديدة فى حالة وفرة الإنتاج.

وتعد مراكز تحليل الطقس والمناخ النماذج المناخية المتعلقة بموسم النمو لكل محصول بكل إقليم من أقاليم إنتاجه وتصدر نشرات لمدة خمس سنوات مستقبلية

توضح فيها حجم الإنتاج المتوقع لكل محصول ويرسمون خريطة الاستيراد والتصدير من حيث الكم والاتجاه. ويعكس ذلك شدة التنافس على طلب المحاصيل المطروحة فى الأسواق العالمية ومحاولة تجنب الخسارة المتوقعة التى يمكن أن تنجم عن التعاقد على بيع أو شراء محاصيل لمدة بضعة سنوات مقبلة ثم تفشل الأقاليم المنتجة لها المتعاقد معها فى توريد الكميات المطلوبة بسبب انحراف المناخ عن حالته الطبيعية، مثلما حدث فى الهند عام ١٩٧٢ نتيجة تأخر أمطار الرياح الموسمية وقلة كميتها، أو ما حدث فى الاتحاد السوفيتى السابق عام ١٩٧٢ بسبب انخفاض طول فصل النمو الزراعى فى بعض المناطق بسبب حدوث الجفاف، أو ما حدث من جفاف فى إقليم الساحل الغربى من أفريقيا وأفريقيا الوسطى عام ١٩٧٢ وكانت النتيجة انتشار المجاعات فى بعض المناطق، وارتفاع أسعار الحبوب الغذائية على مستوى العالم، وانخفاض المخزون العالمى منها.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال السياسي

نشأت الحضارة الإنسانية فى الأقاليم ذات المناخ المعتدل الدافئ ثم انتشرت إلى الأقاليم الأخرى، ولقد اعتمد ازدهار الحضارات القديمة واستمرارها على استقرار الأحوال المناخية فى أقاليمها واعتدال مناخها وعدم تطرفه أو تعرضه لتغيرات مناخية مفاجئة يختل معها التوازن البيئى فتضطرب الأوضاع الديموجرافية وتتعرض الحضارة للتدهور السياسى والاجتماعى الذى يدفع الإنسان إلى الهجرة والانتقال والبحث عن مكان آخر أكثر استقراراً واعتدالاً وأمناً.

وعلى الرغم من التقدم الهائل الذى تشهده حضاراتنا فى الوقت الحاضر فى مجالات البحث العلمى والتقنى إلا أنها لم تستطع مقاومة التغيرات والتقلبات المناخية التى تحيط بالأرض جراء التدمير والتخريب الذى فعله الإنسان فى البيئة من إزالة غابات، وتجفيف بحيرات، وإفراط فى الرعى، واستهلاك متنامى لكافة مصادر الوقود الأحفورى مما أسهم فى انبعاث الغازات الملوثة

للبيئة والأبخرة والأتربة والغبار السام، واختراق الطائرات النفاثة لطبقة الاستراتوسفير، وما تبع ذلك كله من إختلال الغلاف الجوى واضطراب دوراته فظهرت مشكلات الاحتباس الحرارى، ثقب الأوزون، التلوث الهوائى، الأمطار الحمضية، والجفاف، وغيرها من المشكلات التى تعكس اضطراب الجو والإخلال بالنظام البيئى على نحو أصبحت معه حياة الإنسان ومنجزاته الحضارية مهددة بالإنهيار.

ولقد شهدت نطاقات عديدة من سطح الأرض ازدهاراً بيئياً أعقبه إنهياراً بيئياً أحدثه خللاً مناخياً، فقد ازدهرت الحياة النباتية فى إقليم الساحل الغربى لأفريقيا فقامت الإمبراطوريات القديمة مثل غانا ومالى والسونجى، والبورنو، ولكنها سقطت بعد أن زحفت الصحراء عليها مع عام ١٩٦٨ حين فشلت الرياح فى حمل بخار الماء وسقوط الأمطار عليها خلال ست سنوات متتالية حتى عام ١٩٧٢ وتحولت ملايين الأفدنة من الأراضى الزراعية إلى صحراء قاحلة جرداء ونفق من الماشية ما يتراوح بين ٣٠٪ ، ٧٠٪ من إجمالى عددها، ومات جوعاً وعطشاً ما يقرب من ثلاثة ملايين نسمة من سكان دول الإقليم الست (مالى - موريتانيا - فولتا العليا - النيجر - السنغال - تشاد) فى أسوأ مجاعة مناخية عرفها القرن العشرين. وتكررت المجاعة فى أثيوبيا وأريتيريا والصومال وشرقى السودان وأوغندة فى عام ١٩٧٣.

ونتج عن تعرض تلك الحضارات للمجاعة والأزمات الاقتصادية الإخلال بالأوضاع الاجتماعية والسياسية السائدة بها ولم يسلم من ذلك الدول الغنية أو الفقيرة، فيرجع سقوط نيكيتا خروتشوف وإقصاؤه عن السلطة فى الاتحاد السوفيتى سابقاً إلى فشل مواسم الزراعة السوفيتية لعدة سنوات متتالية لعوامل مناخية بالدرجة الأولى، وهجرة البنغاليون إلى شمال شرق الهند بسبب تأخر وتناقص الأمطار الموسمية ابتداء من عام ١٩٦٨ تعد من العوامل الرئيسية التى أدت إلى إنشطار دولة باكستان ونشوب الحرب الهندية الباكستانية وإعلان قيام دولة بنجلاديش فى ١٦ ديسمبر عام ١٩٧١، وعجز الحكومات الأفريقية عن

مواجهة الجفاف وإغاثة مواطنيها بإقليم الساحل الغربى بأفريقيا يعد سبباً رئيسياً فى سقوط موديبوكيتا رئيس جمهورية مالى عام ١٩٦٩م، وسقوط هيلاسلاسى إمبراطور أثيوبيا بعد ٤٤ عاماً من الحكم المطلق عام ١٩٧٤م، وإلغاء معاهدة الصداقة الصومالية السوفيتية عام ١٩٧٧، وانقلاب موريتانيا العسكرى عام ١٩٧٨، ونشوب الحرب الأهلية فى تشاد عام ١٩٧٩م، وإشعال فتيل الحرب بين القبائل الصومالية عام ١٩٨٢، وسقوط جعفر النميرى رئيس السودان عام ١٩٨٥.

فالمناخ إذن من العوامل الطبيعية المؤثرة فى التطور السياسى للأقاليم وإن كان من الصعب تحديد دوره بمفرده لأن المؤثرات المناخية لايمكن فصلها عن بقية العوامل الطبيعية والحضارية الأخرى، فانخفاض كمية الأمطار يؤدى إلى فشل الزراعة المطرية وانفخاض مناسيب المياه فى الأنهار ونقص الإنتاج الزراعى ونقص الغذاء وتوقف الصناعة المعتمدة عليه وكذا حركة البضائع وتجارتها وفى النهاية خللاً فى الميزانية الاقتصادية والداخل القومى فتحدث الأزمات الاجتماعية والسياسية وتضطرب الدولة وتهتز هيبتها ويتعرض النظام السياسى الحاكم للسقوط والتغيير والإنقلاب عليه.

وللمناخ أثره فى تحقيق الوحدة أو التباعد داخل الدولة، فهو يؤثر فى توزيع السكان داخل الدولة فيتركز السكان فى نطاقات أكثر اعتدالاً واستقراراً مناخياً تفصل بينها نطاقات مخلخلة السكان ويتطلب ذلك من الدولة تقوية الاتصال بين نطاقات الدولة كما هو الحال بين بنغازى وطرابلس فى ليبيا.

ويؤدى التباين المناخى فى الدولة الواحدة وبخاصة التى لها امتداد عرضى كبير إلى وجود تباين فصلى فى درجات الحرارة وكمية الأمطار الساقطة مما يؤدى بدوره إلى اختلافات فصلية فى الإنتاج الزراعى والنشاط البشرى ويعظم التنوع فى المنتجات الزراعية مما يسهم فى تحقيق التبادل بين النطاقات والتعاون بينها فتتحقق الوحدة الوطنية وسهولة الاتصال بين أطراف الدولة الواحدة.

وأحياناً يحدث العكس فيؤدى التباين المناخى إلى تباين اقتصادى يترتب عليه نزاع المصالح بين أطراف الدولة – كما كان الحال بين الشمال والجنوب فى الولايات المتحدة الأمريكية قبل الحرب الأهلية – وكما هو الحال حالياً بين الشمال والجنوب فى السودان.

أثر المناخ والانتفاع به في المجال العسكري

تؤثر الأحوال الجوية فى العمليات العسكرية كما تؤثر فى الأنشطة البشرية السابق ذكرها، ومعظم المخططون العسكريون يضعون فى الاعتبار أحوال المناخ فى منطقة الحرب عند وضع استراتيجية الحرب، ويتطلب ذلك توفر المعلومات المناخية الدقيقة التى يخصص لها الآن أقمار اصطناعية ترصد ميدان الحرب وتحدد ملامحه المناخية بكل دقة لضمان نجاح العمليات والتحركات العسكرية، وأصبحت الجيوش الحديثة تضم خبراء الأرصاد الجوية والمناخ والجغرافيا الذين يتعاونون مع الخبراء العسكريين فى وضع استراتيجية الحرب وتوقع الأخطار التى ستواجه العمليات وبخاصة أن الحروب الحديثة أصبحت معقدة وزيادة إدراك الظواهر الجوية يمكن أن يفيدها، فعلى سبيل المثال يتسبب الضباب الكثيف فى إلغاء الغارات الجوية ولكن يمكن أن يوفر غطاءً للمركبات الأرضية وتحركات المشاة.

ويؤثر المناخ تأثيراً مباشراً فى المعدات والملابس ونوع العمليات العسكرية، فالعمليات الجوية تحتاج لمعلومات جوية مثل مدى الرؤية، وسرعة الرياح واتجاهها، لكى تتحدد طبيعة العمليات ونوع المركبة وطريقة الملاحة، ونوع الأسلحة المستخدمة مثل إطلاق الصواريخ أو إلقاء القنابل. وتحتاج العمليات الأرضية إلى معلومات عن مدى الرؤية وسرعة الرياح لتحديد طبيعة العمليات وجدواها، ويحتاج الاستطلاع الجوى باستخدام التصوير الفوتوغرافى إلى تحديد الوقت المناسب للتصوير بحيث يكون مشمساً خالياً من السحب والأتربة والغبار والضباب. وتحتاج الحرب الكيميائية لمعلومات دقيقة عن سرعة الرياح واتجاهها باعتبارها عامل النقل الذى ينقل الدخان والغاز وينشرهما بسرعة على

النطاقات المقصودة، ويتطلب نجاح استخدام القنابل الحارقة أن يكون سطح الأرض فى منطقة العمليات جافاً خاليا من مياه الأمطار أو الثلوج وبالتالى تعد الأيام الخالية من المطر أنسب لذلك. ولقد أصبح المناخ التفصيلى لميدان الحرب من أهم الدراسات التحضيرية التى يجب أن تتم قبل بدء العمليات العسكرية لإعداد خطة الحرب بشكل دقيق مستفيداً بما يمكن أن يوفره المناخ من نجاح العمليات، وما يمكن أن تتجنبه الخطة بسبب عدم ملائمة الظروف الجوية للعمليات.

أهمية النشرات الجوية والتوقع بالطقس

يتضح من العرض السابق الأهمية الكبيرة للمعلومات المناخية التى تصف حالة المناخ وتحدد حالات عدم الإستقرار فيه لكى يستطع الإنسان أن يوجه أنشطته بما يتناسب معها، ولذلك تُعد النشرات الجوية ذات أهمية كبيرة، فهى تحمى الإنسان من الأخطار المناخية وتجعله يحمى أنشطته الاقتصادية من التلف والخسارة، فمعرفة ما هو متوقع أن يكون عليه الطقس فى المستقبل القريب أو البعيد يهم عدد كبير من البشر والأنشطة البشرية.

فسوف يُبدل الناس ملابسهم الخفيفة بالثقيلة ويرتدون معاطفهم ويحملون مظلات المطر إذا علموا أن الطقس سيكون بارداً ممطراً، ويستعدون لمواجهة العواصف بتدعيم مساكنهم وسد فتحاتها أو الانتقال لأماكن آمنة، أو يرتدون الملابس الخفيفة فى الطقس الحار، ويبدل بائعى السلع سلعهم ويعرضون منها ما يتلائم مع الطقس المتوقع، ويستعد السائقون لازدحام المرور وتكدس الطرق ويتقبلون التأخر فى المواعيد فى الطقس الممطر، أو يستعدون لأعطال سياراتهم الناتج بفعل ارتفاع حرارة محركاتها فى الطقس الحار، وستستعد فرق الإنقاذ من المطافئ والإسعاف والإنقاذ النهرى والبحرى والمهام الخاصة وغيرها لمواجهة أخطار الحوادث على الطرق فى الطقس البارد أو الممطر أو العاصف أو عندما ينخفض مدى الرؤية، ومواجهة أخطار الحرائق فى الطقس الحار وبخاصة حرائق الغابات.

وبالمثل سيستعد المزارع لمقاومة الصقيع وتجمد المياه فى التربة وجسم النبات عند توقع حدوث الموجات الباردة، أو مقاومة ارتفاع الحرارة والعواصف الرملية الحارة ليتجنب ذبول المحاصيل وانخفاض الإنتاج والخسارة، وتستعد هيئات الإرشاد بالنقل النهرى أو البحرى أو الجوى لغلق الموانى وتأجيل الرحلات وتوقف عمليات الشحن والتفريغ خلال الجو العاصف غير المناسب للملاحة، وغير ذلك من أشكال الاستعداد لتجنب الأخطار المناخية التى تضر بالأنشطة الاقتصادية.

وتهدف النشرة الجوية إلى عرض المتوقع أن يكون عليه الطقس بعد أن يتغير الطقس الحالى، وتقوم هيئات ومراكز الأرصاد الجوية بإعداد النشرات الجوية اعتماداً على معلومات دقيقة عن الطقس تصلها من أجهزة الرصد الأرضى أو الجوى أو الفضائى، ثم تقوم مراكز تحليل الطقس والتوقع الجوى برسم نماذج الطقس والخرائط وتقوم مكاتب نشرات الطقس بتجهيز النشرة الجوية وإعلانها على العامة والمستخدمين لها عن طريق الراديو والتليفزيون أو من خلال الصحف والمجلات، أو يلتقطونها بواسطة أجهزة الاستقبال اللاسلكى، أو ترسل إلى المشتركين فى خدمة التوصيل مباشرة على عناوينهم. وتعتمد تفاصيل النشرة الجوية على نوع الاستخدام الذى يستفيد منها، فهى تكون أكثر تفصيلاً فى الاستخدامات التى تتأثر بشكل مباشر وسريع بالتقلبات المناخية، وتشتمل على معلومات مناخية زراعية فى حالة الاستخدام الزراعى.

ويتم إعداد النشرة الجوية فى الوقت الحاضر بواسطة الحاسب الآلى حيث يسهل عليه تخزين المعلومات ورسم الخرائط ونماذج الطقس بسرعة وبدقة، ثم يعرض النتائج والتوقعات المحتملة فى الساعات أو الأيام التالية وتسمى هذه الطريقة بالتوقع الرقمى للطقس Numerical Weather Prediction .

ويضع علماء الأرصاد الجوية مجموعة من النماذج الرياضية Mathematical Models يتكون كل منها من مجموعة صيغ رياضية تحسب

مقدار التغير المتوقع فى كل من عناصر المناخ بمرور الوقت، ويتم إعداد برامج آلية Software يخزن عليها تلك النماذج وتتعامل مع بيانات الطقس المرصودة، ثم ترسم خريطة الطقس المتوقع ويتم إصدار النشرة الجوية اعتماداً عليها.

ويعد التوقع بالطقس مجرد افتراض علمى لما سوف يكون عليه الطقس بعد حالته الحالية، ولكل ظاهرة جوية سلوك جوى يرتبط بالعمليات الفيزيائية والكيمائية والديناميكية المؤثرة فيها وهو ما يوضع فى الاعتبار عند بناء نماذج التوقع، ويصبح التوقع بما سوف يكون عليه الطقس القادم معتمداً على قيم عناصر الجو المسجلة فى الماضى والوقت الحالى ونتائج الصيغ والمعادلات الحسابية التى تتناول هذه الأرصاد وتبنى على أساسها ما هو متوقع أن تكون عليه الظاهرة بمرور الوقت، ويكون التوقع أكثر دقة كلما كانت المدة الزمنية لهذا التوقع قصيرة والبيانات التى تم رصدها من قبل كثيرة ودقيقة.

ونخلص من العرض السابق إلي أن مستوي الأنتفاع بالمناخ في الأنشطة البشرية يتوقف علي مدي ادراك الانسان بخصائص العناصر الجوية وسلوك كل منها وحالتها المستقرة أو غير المستقرة، وأن الانسان لا يملك إلا التكيف مع خصائص العناصر الجوية ومحاولة تجنب أخطارها وتوجيه أنشطته وخصائصها وعناصرها بما يتناسب مع المناخ السائد بأقاليمها، وكلما كان رصد عناصر الجو ودراستها وتحليلها وتوقع ما سوف تكون عليه في المستقبل دقيقاً كلما عظم الانسان من انتفاعه بالمناخ والقيمة الاقتصادية له، وعمل الاحتياطات اللازمة لمواجهة انحرافاته وتقليل الخسائر الناتجة عن ذلك.

الفصل الثالث

المناخ وموارد المياه

- مقدمة.
- أولاً : مياه الجريان السطحي الدائم.
- ثانياً : مياه الجريان السطحي الموسمي.
- ثالثاً : المياه الجوفية.

مقدمة..

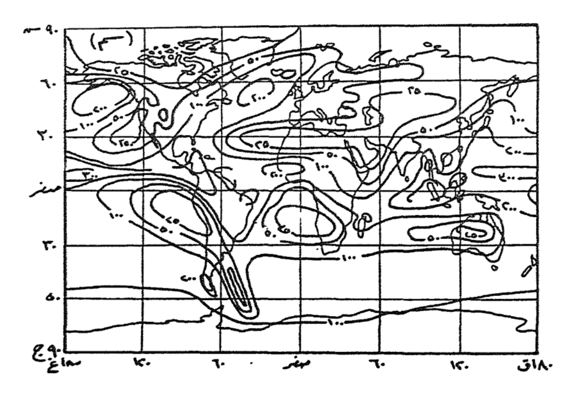
تعد المياه العذبة – فضلاً عن الهواء – من أهم الموارد الطبيعية الجوية المتاحة للإنسان من حيث التأثير فى نشاطه الاقتصادى، وهى تتفوق عن غيرها من الموارد فى حتمية الحاجة اليها وارتفاع مستوى هذه الحاجة وضخامة الكمية المستخدمة منها.

وتعد موارد المياه أحد الموضوعات المهمة التى يشملها علم المناخ التطبيقى فيما يعرف بالمناخ الهيدرولوچى Hydrometeorology، وهو يبحث فى العلاقة بين عناصر المناخ وموارد المياه المتاحة فى أقليم ما، وهى علاقة وثيقة تؤكد أن هيدرولوچية أى اقليم تعد انعكاساً لخصائص عناصر المناخ السائد به.

ويعد التساقط بصوره المختلفة المصدر الرئيسى للمياه العذبة على سطح الأرض، وهو أحد العمليات الجوية الثلاثة المشكلة للدورة المائية Hydrological Cycle على سطح الأرض، حيث يبدأ صعود بخار الماء بفعل عملية التبخر إلى طبقات هوائية أعلى وأبرد، فيتكاثف عليها على هيئة سحب (عملية التكاثف) تتكون من قطرات مائية أو بللورات ثلجية وحين تزداد حمولة السحب من بخار الماء المتكاثف تتساقط القطرات المائية على هيئة مطر، والبللورات الثلجية على هيئة ثلج (عملية التساقط) فيتبخر جزء منها فى حين ينصرف الجزء الباقى على سطح الأرض تبعاً لانحدارها العام مكوناً المجارى المائية (الجريان السطحى) التى تصب فى النهاية فى المسطحات المائية مثل البحار والمحيطات والبحيرات، وتتسرب كميات من المياه خلال الطبقات الأرضية مكونة خزانات المياه الجوفية (شكل رقم (٧ – أ) .

وتتباين نطاقات سطح الأرض فى كونها نطاقات ممطرة أو جافة، فالماء ليس كالهواء، فالهواء متاح فى كل بقعة على سطح الأرض، فى حين تتباين الموارد المائية فى وجودها من عدمه وفى كميتها على سطح الأرض. وتتباين كمية المطر الساقطة على العروض المختلفة على سطح الأرض فهى تزيد إلى أكثر من ٢٠٠٠مم/سنة فى الأقاليم الاستوائية، وتصل الى حوالى ١٠٠٠مم/سنة فى العروض المعتدلة، وتنخفض الى أقل من ٢٥٠مم/سنة فى الأقاليم القطبية والصحراوية واقاليم ظل المطر – شكل رقم (٧–ب) .

شكل رقم (٧-أ): الدورة المائية علي سطح الأرض



شكل رقم (٧-ب): التوزيع الجغرافي لكمية الأمطار الساقطه علي سطح الأرض

أولاً: مياه الجريان السطحي الدائم:

تتباين القيمة الفعلية للمطر وجريانه السطحى وتجمعه وتصريفه داخل الأودية من مكان إلى آخر على سطح الأرض تبعاً لتباين العلاقة بين المطرودرجة الحرارة والتبخر، ففى النطاقات التى يتفق فيها فصل سقوط المطر مع الفصل الحار تنخفض القيمة الفعلية للأمطار بسبب تعرض كمية كبيرة من المطر المصاحب لارتفاع درجة الحرارة فى الفصل الحار الى التبخر قبل أن يصل إلى سطح الأرض أو بعد وصوله مباشرة. فى حين تتزايد فعالية المطر فى النطاقات التى يتفق فيها فصل سقوط المطر مع الفصل البارد حيث تنخفض درجة الحرارة ومعدلات التبخر.

وفى النطاقات غزيرة الأمطار ذات الفعالية الكبيرة تتجمع مياه الامطار فى مجارى مائية تتشكل وفقا للانحدار العام لسطح الأرض ثم تتجمع فى مجارى أكبر فأكبر حتى تشكل نهراً مائياً يتوقف طوله وإتساعه على طبيعة الصخور التى يجرى عليها وحجم المياه الجارية وسرعة جريانها فعلى سبيل المثال تعد الامطار الموسمية الساقطه على هضبة الحبشة والامطار التصاعدية الساقطه على الهضبة الوسطى الاستوائية بقارة أفريقيا هى المصدر الرئيسى لمياه نهر النيل، فتجرى أمطار الحبشة وتتجمع فى مجموعة روافد ثانوية تتجمع بدورها فى رافدين أساسين هما النيل الأزرق، عطبرة، وتجرى أمطار الهضبه الاستوائية وتتجمع فى مجموعة روافد ثانوية أخرى تتجمع بدورها فى رافد رئيسى هو النيل الأبيض وتلتقى الروافد الثلاثة مكونه مجرى مائى واحد هو نهر النيل الذى يجرى فى اتجاه عام من الجنوب إلى الشمال ليصب فى البحر المتوسط بعد نحو ٣٠٠٠ كيلو متراً من تلاقى تلك الروافد مخترقاً أراضى صحراوية جافة.

وتتعرض تصرفات مياه الأنهار للتذبذب من عام لأخر تبعاً لتذبذب كميات الأمطار الساقطة على مناطق المنابع ويرجع هذا التذبذب الى تذبذب كميات بخار الماء المحمولة المتكاثفة على هيئه سحب والتى تسقط أمطارها على مناطق المنابع وذلك بسبب التغير الذى يطرأ على حركة الرياح التى تحملها بشكل أساسى بالأضافة الى تغير بعض العوامل المتداخلة التى تنظم عملية التساقط.

ويؤدى فشل الرياح فى حمل كميات كافية من بخار الماء المتكاثف على هيئه سحب وسقوط أمطار غير كافية على مناطق منابع الأنهار الى حدوث موجات

الجفاف التى يترتب عليها حدوث نقص شديد فى مساحة الأراضى المزروعة المعتمدة عليها مما يسبب المجاعات. فقد أدى انخفاض كمية الأمطار الساقطة الى حدوث الجفاف خلال الفترة بين عام ١٩٦٨، ١٩٧٤ فى اقليم الساحل بغربى أفريقيا التى كان من نتيجتها حدوث أسوأ مجاعة عرفها القرن العشرين وتعرضت ٦ دول فى غربى أفريقيا (مالى، موريتانياى، فولتا العليا، النيجر، السنغال، تشاد) الى وفاة ما يربو على ثلاثة ملايين نسمة من سكانها، ونفق ما يتراوح بين ٣٠٪، ٧٠٪ من قطعان الماشية، وفى الفترة نفسها تعرضت خمس دول فى شرقى ووسط أفريقيا (أثيوبيا، اريتريا، الصومال، أوغندا، السودان)، الى موجة جفاف أدت إلى وفاة أكثر من أربعة آلاف نسمة كل أسبوع.

وعلى النقيض من ذلك يؤدى زيادة حمولة الرياح من بخار الماء المتكاثف على هيئة سحب الى سقوط أمطار غزيرة تتسبب فى حدوث فيضانات عارمة تتسبب فى أضرار بالغة فى الأنشطة البشرية وبخاصة الزراعة. فقد أدى فيضان النيل الأزرق والنيل الأبيض - غير المتوقع - عام ١٩٨٨ الى حدوث اضرار بالغة فى السودان، فقد انخفض الانتاج الغذائى بنحو ٦٠٪ فى محافظة الخرطوم وأصاب الضرر قنوات الرى وأنظمة الصرف وانتاج الكهرباء وشبكات الطرق والمواصلات وشبكات مياه الشرب. وقد أغرق الفيضان ٦٠٪ من أشجار نخيل البلح، ٥٠٪ من أشجار الموالح، ٩٠٪ من مزارع الموز. وتضرر نحو ١,٧ مليون نسمة من جراء ذلك(١).

ضبط مياه الأنهار:

تعد مياه الأنهار المصدر الرئيسى لمياه الرى ومياه الشرب بالاضافة إلى أنها تستغل فى معظم الصناعات التحويلية، ولذلك حاول الإنسان منذ زمن بعيد

---

(1) Elberier, M., & Babiker, a., Hazards in Africai trends, implications and regional distribution, disa ster Prevention and Management: An International Journal, vol 7, No. 2, 1998. pp. 103 - 112.

السيطرة على مياه الانهار من خلال تعطيل جريانها وحبس تصرفاتها أمام حواجز وسدود لكى يستفيد منها لفترة زمنية طويلة قبل أن تنصرف الى أحواض تصريفها (البحار والمحيطات والبحيرات) .

وظهرت السيطرة الحقيقيية على مياه الأنهار فى القرن التاسع عشر عندما بدأ تنفيذ المشروعات الهندسية العملاقة مثل اقامة السدود والقناطر وقنوات الرى العميقة، ثم تطورت هذه المشروعات وتوجت بإنشاء السدود الضخمة التى يمكن عن طريقها التحكم فى الجريان المائى للنهر وضبطها بما يتناسب مع الاحتياجات المائية على مدار العام والاستفادة من ضخ المياه عبر تلك السدود لإنتاج الطاقة الكهربائية .

وتنشأ أمام كل سد بحيرة مائية بسبب تكدس المياه أمام السد واندفاعها خلفه بتصرفات أقل من حجم المياه المنصرفة أمام السد، وينتج عن احتجاز المياه فى بحيرة السد ترسب حمولة مياه النهر من الطمى والمواد العالقة فيها وتدفق المياه خلف السيد بعد أن تكون قد فقدت كمية كبيرة من حمولتها من الطمى التى كانت تغذى التربة الزراعية بعناصر كيميائية مهمة لها . ويترتب على ذلك ارتفاع منسوب قاع بحيرة السد وفى المقابل انخفاض كمية الطمى المترسب فوق التربة الزراعية وتعرض قاع النهر والمنشآت المائية المقامة عليه لعملية النحر بسبب انخفاض كمية الطمى المترسب فى قاع النهر وفى فجوات الجوانب ويؤدى ذلك إلى انهيار الجسور والقناطر .

ثانيا: مياه الجريان السطحي الموسمي:

تفيض المياه عقب سقوط الامطار فى انتشار طبيعى يتوقف على طبوغرافية المكان من حيث الانحدار العام لسطح الأرض لتغطى المناطق شبه المستوية، ولتتجمع فى المنخفضات والأودية الجافة والشعاب وحيث يعوق السطح انتشارها الطبيعى وفق الانحدار العام، ويتسرب جزء من هذه المياه خلال التربة ويتبخر الباقى بفعل درجات الحرارة المرتفعة .

وينقسم الجيران السطحى للمياه الى نوعين: الأول عبارة عن جريان المياه فى شكل فرشات مائية Sheet Floods تغطى المناطق شبه المستوية، والثانى تتجمع فيه المياه فى قنوات أو مجار محدودة Streem Floods وهو ما يعرف باسم السيول.

ومع بداية موسم سقوط الأمطار يبدأ الأهالى فى حرث التربة ونثر بذور المحاصيل وذلك فى النطاقات شبه المستوية والمستوية التى تعتمد على مياه الأمطار الساقطة فى الرى حيث يبدأ موسم النمو الزراعى مع أول عاصفة ممطرة تعبر المنطقة، ويتوقف نمو وكمية المحصول المزروع على كمية الأمطار ومعدل سقوطها ومدى تشرب التربة بالمياه.

وتعتمد النطاقات القريبة من مجارى الأودية الجافة على مياه الجريان السطحى المتدفق فى اطارها والمعروف بالسيل. وتمثل السيول المحصلة النهائية بين ما يسقط من أمطار وما يضيع من مياه، وتختلف أحجام السيول تبعاً لكمية الأمطار الساقطة، ويتوقف مدى التجاوب بين ما يسقط فى الأحواض النهرية من أمطار وما يجرى فى الأودية من سيول على كمية المطر ومستوى تركزه، وتركيب التربة، ونوع الصخور السائدة، وخصائص أحواض التصريف، فالأحواض التى تزيد فيها كثافة التصريف وتخترق صخوراِ غير منفذة للمياه نسبياً وتقل الرواسب السطحية فى أحواضها تكون نسبة الجريان السطحى لكمية الأمطار الساقطة فيها أكبر بكثير مما يسمح بسيول كبيرة الحجم نسبياً، أما الأحواض التى تقل فيها كثافة التصريف وتغطى أجزاء كبيرة من أحواضها بالرواسب السطحية وتخترق صخوراً ذات مسامية عالية فأن نسبة الجريان السطحى تقل فيها وتضيع مياهها فى الرواسب الرملية وتصبح بذلك ذات امكانات أفضل للمياه تحت السطحية.

فعلى سبيل المثال تتفاوت كمية الأمطار السنوية الساقطة على طول امتداد أراضى الساحل الشمالى الغربى لمصر، اذ يتراوح متوسطها السنوى بين ١٢٠ مم، ١٦٨.٤ مم، وتتركز غزارة الأمطار خلال شهرين أو ثلاثة شهور فقط تتمثل

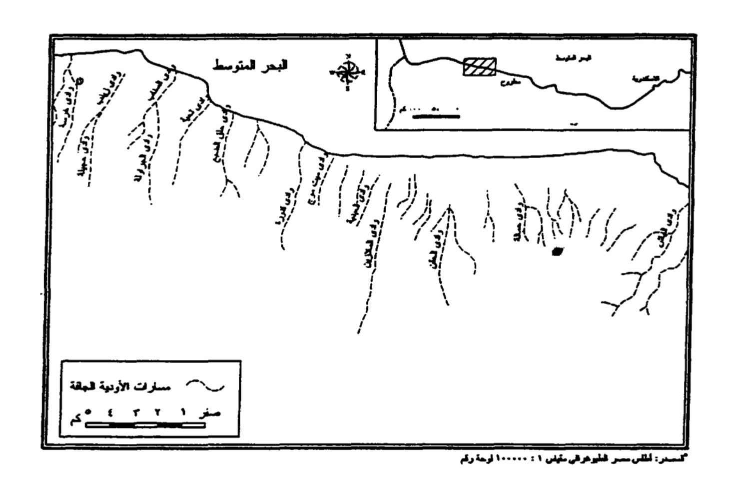
فى نوفمبر وديسمبر ويناير التى تسقط خلالها أكبر كمية من الأمطار الساقطة خلال السنة حيث تتراوح نسبتها المئوية بين ٣٢٫٨٪ ، ٩٠٫٥٪ من جملة كمية الأمطار السنوية، ويخترق أراضى الساحل الشمالى الغربى لمصر ٢١٨ وادياً جافاً يبلغ متوسط مقدار الجريان السطحى لمياه الأمطار المتجمعة فيها فى موسم سقوط الأمطار نحو ٥و٧ مليون متر مكعب سنوياً، وتستغل مياه الأمطار التى تفيض فوق سطح الأرض أو التى تتجمع فى مجارى تلك الأودية فى زراعة مساحة تقدر بنحو ١١٦٤٦٠ فداناً والشكلين رقـــما (٨) ، (٩).

وتعد مياه الأمطار المصدر الرئيسى لمختلف الموارد المائية فى شبه جزيرة سيناء على الرغم من قلتها فتتراوح متوسطها السنوى بين ٣٠٥مم فى شمال شرقها، ٤٩٫٢مم فى وسطها. شكل رقم (١٠) حيث تقل كمية الأمطار بالبعد عن ساحل البحر المتوسط نحو وسط شبه جزيره سيناء.

ويخترق أراضى شبه جزيرة سيناء مجموعة من الأودية الجافة يبلغ اجمالى طولها نحو ٩٥٠٠ كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط مقدار الجيران السطحى لمياه الأمطار المتجمعة فيها حوالى ١٨٢٤ مليون متر مكعب، ويستخدم نحو ١٢٠٧ مليون متر مكعب منها فى زراعـــة ٤٨٢٢١ فـــداناً فى شمالى سيناء. شكل رقم (١٠).

طرق الاستفادة من مياه الجريان السطحي:

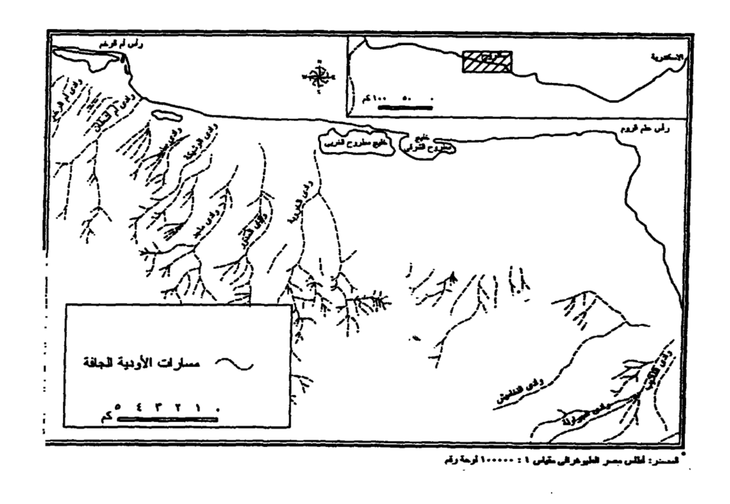
تتعدد طرق الاستفادة من الأمطار الساقطة بشكل مباشر فى الزراعة وذلك عن طريق استغلال مياه السيول المندفعة فى مجارى الأودية الجافة باقامة السدود بغرض حجز المياه الجارية قبل وصولها الى مستويات القاعدة وغالباً ما تخرج من أمام هذه السدود قنوات لنقل المياه الى المناطق المزروعة أو الى الخزانات أو توجه الى نطاقات ذات تراكيب چيولوچية مسامية بهدف تسربها إلى باطن الأرض لتغذية الخزان الجوفى للمياه الذى يستفاد منه بعد ذلك عن طريق دق الآبار.



المصدر: أطلس مصر الطبوغرافي مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ لوحة رقم

شكل رقم (٨): مسارات الاودية الجافة بالساحل الشمالي الغربي لمصر

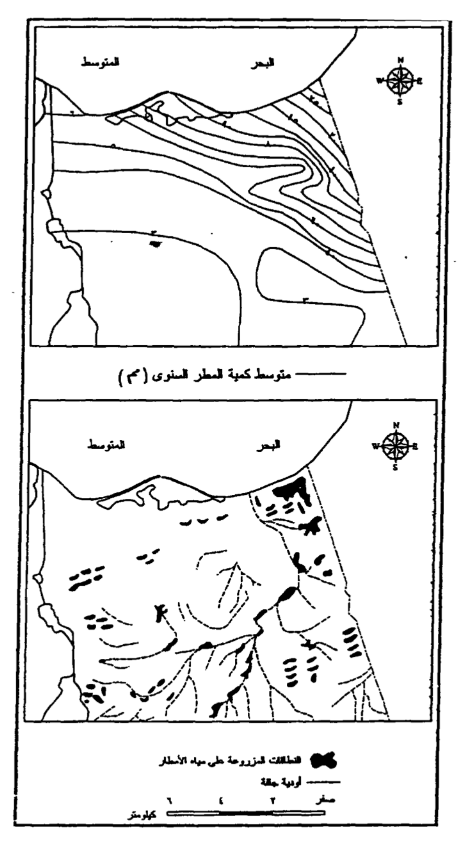
(الجزء الشرقي من النطاق الممتد بين أم الرخم - سيدي براني)



المصدر: أطلس مصر الطبوغرافي مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ لوحة رقم

شكل رقم (٩): مسارات الأودية الجافة في الساحل الشمالي الغربي لمصر

(في النطاق الممتد بين مطروح - أم الرخم)



شكل رقم (١٠): متوسط كمية المطر السنوي والأراضي المزروعة في أودية شمالي سيناء

سدود الانتشار:

يلجأ المزارعون الى تقسيم أراضيهم الى قطع صغيرة يتخللها سدود ترابية صغيرة أو سدود تبنى من قطع كبيرة من الأحجار لتعترض مياه السيول عند الاجزاء الدنيا من الأودية بغرض احتجاز المياه الجارية أمام تلك السدود ليسهل الاستفادة منها لفترة أطول.

السدود الاعتراضية:

وهى سدود كبيرة تقام عند نهايات الأودية الكبيرة التى تجرى خلالها مياه السيول عقب سقوط الامطار بهدف الاستفادة منها فى الزراعة لفترة طويلة.

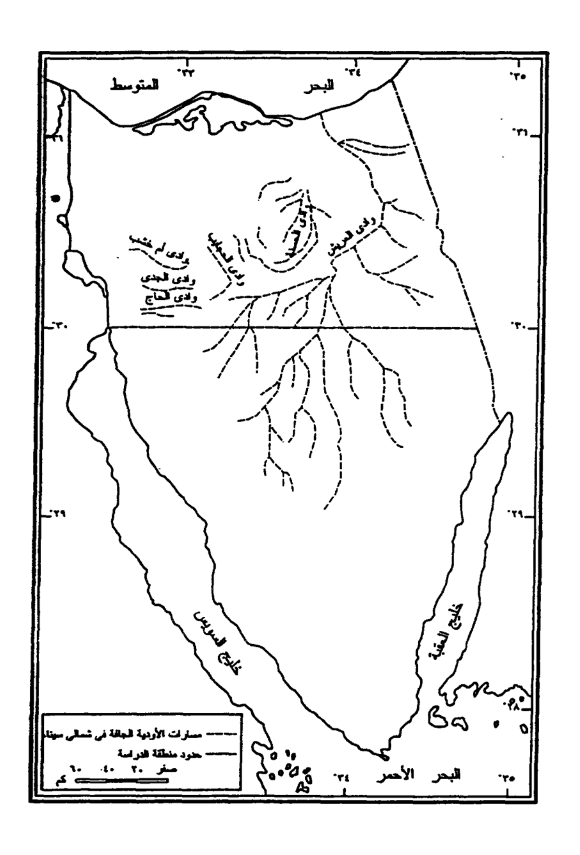
الخزانات:

وهى عبارة عن خزانات يتم حفرها تحت سطح الأرض مباشرة حيث تبطن بالاسمنت وتحفر عادة فى المناطق المنخفضة التى تتجمع فيها مياه المطر عن طريق الوديان الفرعية الصغيرة حتى اذا ما سقطت الأمطار تتجمع المياه لتجد طريقها مباشرة إلى هذه الخزانات فتملؤها، ويوجد بأسقف الخزانات فتحة أو أكثر لسحب المياه من خلالها.

ثالثاً: المياه الجوفية:

هى أحد مصادر المياه التى يعتمد عليها الإنسان، ويزداد هذا الاعتماد عندما يتعذر الحصول على المياه السطحية وبخاصة فى المناطق الجافة وشبه الجافة وتنقسم المياه الجوفية الى نوعين الأول عبارة عن المياه الموجودة بالقرب من سطح الأرض Sub surface water والتى تختزن فى الرواسب الفيضية فى بطون الأودية أو فى الكثبان الرملية أو فى الغطاء الرسوبى المفتت الناتج عن التجوية، والنوع الثانى عبارة عن المياه الجوفية Under ground water التى تختزن فى الصخور الرسوبية على أعماق كبيرة من سطح الأرض.

وتعد الامطار أهم مصدر للمياه الجوفية بنوعيها، فتسرب مياه الأمطار سواء فى الماضى أو الحاضر، أو تسرب مياه الجريان السطحى الناتج عنها سواء أكان



شكل رقم (١١): مسارات الأودية الجافة في شمالي سيناء

فى صورة فرشات مائية أو سيول تشكل المصادر الرئيسية للمياه الجوفية. ويمثل ارتفاع نسبة الاملاح الذائبة فى المياه الجوفية أهم معوقات استخدامها فى الزراعة، فلا تصلح المياه التى تتراوح نسبة الاملاح الذائبة فيها بين ٢٥٠٠ ، ٤٠٠٠ جزء فى المليون لاستخدامها فى الزراعة، وقد أمكن استخدام مياه ذات نسبة املاح تتراوح بين ٢٥٠٠ – ٣٠٠٠ جزء فى المليون فى قطاعات محدودة تزرع محاصيل مقاومة لارتفاع الملوحة تم تهجين بذورها لتتناسب مع ارتفاع نسبه الاملاح فى مياه الرى.

طرق الاستفادة من المياه الجوفية:

تسخرج المياه الجوفيه بأساليب متعددة نستعرضها فيما يلى:-

١- الآبار:

وهى أهم الطرق المتبعة فى استخراج المياه الجوفيه وترفع منها المياه بواسطة المراوح الهوائية فى الغالب وبالمضخات الآلية بالإضافة إلى الرفع اليدوى.

وتنقسم الآبار إلى نوعين الأول: الآبار السطحية التى لا يزيد عمقها عن ١٥ متراً والثاني: الآبار العميقة. وفى الغالب يتم سحب المياه الجوفية من خلال البئر والقائها فى حوض صغير مجاور لكى يتم رى المزروعات منه.

٢- الخنادق:

وهو حفرة صناعية عميقة تتسرب إليها المياه الجوفية من خلال الجوانب فتصبح على شكل بحيرة صناعية يتم سحب المياه منها وضخها آليا عبر مواسير الى النطاقات الزراعية.

ونخلص من العرض السابق إلي أهمية الأمطار كمصدر للمياة علي سطح الأرض وأن تباين كميتها وموسميتها يؤدي إلي تباين حجم المياه الجارية منها أو المتسربة إلي جوف الأرض، مما يؤثر بشكل مباشر في توزيع السكان وأشكال النشاط الاقتصادي وبخاصة الزراعة، ويحاول الانسان دائماً للحفاظ علي المياه وتعظيم الاستفادة منها بضبط جريانها وتخزينها واستخراجها من جوف الأرض.

الفصل الرابع

المـــناخ والزراعـة

- مقدمة
- المناخ والتربة الزراعية
  - مناخ التربة
- موسم النمو الزراعي
- المناخ وزراعة المحاصيل الحقلية
- المناخ وزراعة محاصيل الخضر
- المناخ وزراعة محاصيل الفاكهة
- المناخ وأمراض المحاصيل
- بعض الظواهر المناخية الضارة بزراعة المحاصيل
  - الرياح الحارة الجافة المتربة
  - الصقيع

مقدمة..

تعد الزراعة أهم الأنشطة الاقتصادية وأكثرها اعتماداً وتأثراً بالظروف المناخية، فعناصر المناخ تعد من أكثر العوامل الجغرافية الطبيعية تأثيراً فى تحديد أنواع المزروعات، كما تشترك مع العوامل البيئية الأخرى فى تحديد مستوى انتاجيتها السنوية. ويعد تقييم العلاقة بين المناخ والزراعة من أهم الدراسات الجغرافية التطبيقية، فاعتماداً على النتائج المستخلصة من هذه العلاقة يمكن تحديد المسار الأنسب لخطط التنمية الزراعية التى تمثل جانباً أساسياً ومهماً فى خطط التنمية الاقتصادية.

وبناء على ذلك تظهر أهمية العلاقة بين المناخ والزراعة فى البحث الجغرافى التطبيقى، فدراسة المناخ المحلى أو الاقليمى فى بيئة زراعية محددة وتحليل العلاقة بينهما من الموضوعات الرئيسية فى مجال المناخ التطبيقى.

وتهدف دراسة المناخ والزراعة إلى تقييم النشاط الزراعى فى ضوء تأثير العناصر المناخية المحلية السائدة بالنطاق الزراعى، واستخلاص النتائج المترتبة على ذلك وتحديد الاختلافات المكانية التى تميز كل نطاق زراعى عن غيره، وذلك لابراز خصائص النشاط الزراعى بكل نطاق وتحديد المسار الأنسب له للنهوض بخطط التنمية الزراعية بما يتناسب وتحقيق أفضل انتاج زراعى وأعلى عائد زراعى.

فعلى سبيل المثال يمكن تعديل مواعيد زراعة بعض المحاصيل تبعاً للتغيرات المناخية المحلية السائدة، أو تحديد مواعيد زراعة المحصول الواحد فى كل اقليم على حدة بما يتناسب والتغيرات المناخية المكانية، أو إلغاء بعض المحاصيل من هيكل التركيب المحصولى واحلال محاصيل أخرى أكثر ملائمة للظروف المناخية المحلية، أو تحديد الاحتياجات المائية من

مياه الرى لكل محصول خلال فترات نموه المختلفة بما يتناسب مع مواعيد وكمية الأمطار الساقطة، ودرجتى التبخر والرطوبة النسبية، أو تحديد المقننات المائية لقنوات الرى وبخاصة التى تجرى فى أراضى زراعية هامشية الموقع قريبة من النطاقات الصحراوية الجافة وذلك بما يتناسب ومعدلات التبخر السائدة فى تلك النطاقات، أو وقاية الأراضى الزراعية الأكثر تعرضاً لحدوث موجات الصقيع من مخاطره، أو وقاية الأراضى الزراعية وبخاصة هامشية الموقع منها الواقعة عند حافة الصحراء من هبوب الرياح المتربة الحارة.

المناخ والتربة الزراعية

تعرف التربة بأنها الطبقة السطحية من قشرة الأرض التى تكونت نتيجة تحلل الصخور وتفتتها أو نتيجة تحلل المواد العضوية أو منهما معاً، وهى تمثل الحيز الذى تمتد فيه جذور النباتات.

وتتأثر التربة فى تكوينها بمجموعة عوامل رئيسية هى: الصخور الأصلية، المناخ بعناصره المختلفة، أشكال السطح، الغطاء النباتى الطبيعى والحياة الحيوانية والبشرية (التأثير البيولوجى). فالتربة طبقة مفككة تستقر فوق وسادة من الصخور الأصلية التى قد تكون مشتقة منها أو منقولة اليها بواسطة الرياح أو المياه من نطاقات مجاورة، وتتأثر التربة بالكائنات الحية الدقيقة أو الكبيرة التى تضم البكتريا والحشرات والحيوانات والنبات والانسان حيث تؤثر البكتريا فى تحليل المواد العضوية، وتعد الحشرات مصدراً مهماً للمواد العضوية عندما تتحلل أنسجتها وتتخلل ذرات التربة، كما تعد النباتات مصدراً للمادة العضوية وعاملاً يساعد على حماية التربة من التعرية.

وللمناخ دور هام فى تحديد خصائص العديد من أنواع الترب، وتعد الرطوبة ودرجة الحرارة أهم العناصر المناخية المؤثرة فى تكوين التربة،

وترجع أهمية الرطوبة الى أن المياه تعد عنصراً يشارك فى العديد من العمليات الطبيعية والكيميائية والحيوية التى تحدث فى التربة، فبدون عملية التحليل الكيميائى – ذوبان أيونات العناصر الكيميائية فى الماء وتفككها إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة – لايمكن حدوث العديد من التفاعلات الكيميائية المعقدة فى العناصر المخصبة للتربة والمفيدة للنمو النباتى .

وتؤثر درجة الحرارة فى سرعة حدوث العمليات الكيميائية والحيوية، اذ يزيد النشاط الكيميائى بارتفاع درجة حرارة التربة والعكس صحيح حيث يقل النشاط الكيميائى بانخفاض درجة حرارة التربة ويتوقف تماماً بانخفاض درجة الحرارة إلى ما دوت الصفر المئوى، كما يزيد النشاط البكتيرى بارتفاع درجة حرارة التربة، وتزيد معدلات التبخر بارتفاع درجة الحرارة مما يؤدى إلى سرعة تبخر الماء من سطح التربة، وتساعد الرياح أيضاً فى سرعة تبخر الماء من سطح التربة.

ويبرز دور الرياح فى المناطق الجافة لقلة الغطاء النباتى الطبيعى ويتمثل دور الرياح هنا فى القيام بعمليات النحت والنقل والارساب، وتقوم الرياح بنقل الاملاح اذا مرت على مناطق تغطيها تكوينات ملحية، كما تنقل الرمال وترسبها فى النطاقات الزراعية بعد اصطدامها بالغطاء الزراعى الأمر الذى يسبب أضرار جسيمة للمحاصيل المزروعة نتيجة زيادة نسبة الرمل فى مكونات التربة، وإنسداد مسام أوراق النبات بفعل ترسب ذرات الرمال والأتربة عليها، فتنخفض قدرة الأرض الانتاجية من المحاصيل المزروعة فى حالة تكرار هذه الظاهرة على مدار السنة.

ويؤدى تكرار اصطدام قطرات المطر بسطح التربة إلى تفكيك ذراتها وتحطيمها أحياناً وبخاصة عندما تشتد غزارة الأمطار مما يساعد على نقل ذرات التربة بفعل الانجراف السطحى، ويتوقف معدل انجراف التربة على

كمية الأمطار وغزارتها، وانحدار سطح الأرض، كثافة الغطاء النباتى، وتزداد شدة انجراف التربة اذا زادت غزارة الأمطار وتحولت إلى سيول جارفة.

مناخ التربة:

يشكل مناخ التربة Soil Climatology احد فروع المناخ التطبيقى، وهو يركز على دراسة عنصرين رئيسيين هما: درجة حرارة التربة Soil temperature ورطوبتها (محتواها المائى) Soil moisture، ويحدد مناخ التربة عدة عوامل يأتى فى مقدمتها مناخ الهواء الملامس لها، والمكونات البيولوجية والمعدنية للتربة.

وتأتى أهمية دراسة مناخ التربة من تحديده لامكانية زراعة المحاصيل ومستوى توافر احتياجات هذه المحاصيل من عناصر اغذائية وحرارة ومياه وتفاعلات بيولوجية أساسية، فلكل من عاملى درجة حرارة التربة ورطوبة التربة (المحتوى المائى) أثره الواضح فى نشاط العمليات الطبيعية والحيوية والكيميائية التى تحدث فى التربة وفى سرعة انبات البذور ونمو الجذور، وفى نشاط الكائنات الحية الدقيقة بها.

١- درجة حرارة التربة

تؤثر درجة حرارة التربة فى معدل امتصاص المياه والمواد الذائبة فيها الى جانب تأثيرها فى انبات البذور وسرعة نمو الجذور، وفى نشاط الكائنات الحية الدقيقة، ونشاط التفاعل الكيميائى فى التربة.

وتستمد التربة حرارتها من أشعة الشمس، كما تستمد بعض الحرارة الناشئة بفعل التفاعلات الكيميائية وتحلل المواد العضوية بداخلها، وتستجيب التربة ببطء للتغيرات فى درجة حرارة الهواء الخارجى، ولذلك تعيش الجذور فى وسط أكثر انتظاما من الوسط الذى يعيش فيه المجموع الخضرى.

وتتأثر درجة حرارة التربة بلون ونسيج وتركيب التربة والمحتوى المائى وكمية المواد العضوية وانحدار ووضع سطح التربة بالنسبة لأشعة الشمس، بالإضافة إلى طبيعة الغطاء النباتى وكثافته، ويعد المحتوى المائى من أهم العوامل المؤثرة فى درجة حرارة التربة ذلك لأن الحرارة النوعية للمياه تعادل خمسة أمثال الحرارة النوعية لمكونات التربة الصلبة، لذلك تكون الأراضى الرطبة أبرد من الأراضى الجافة، ومن الطبيعى أن تنخفض درجة حرارة التربة اذا ما سقطت عليها أمطار غزيرة أو اذا تشعبت بمياه الرى، فالأراضى الطينية أبرد من الأراضى الرملية لارتفاع المحتوى المائى فى الأولى عنه فى الثانية.

وتمتص التربة الداكنة اللون قدراً أكبر من الحرارة ولذلك تدفأ بسرعة أكبر من التربات الفاتحة اللون التى تعكس أشعة الشمس الساقطة عليها، ولدرجة الانحدار تأثير ملحوظ فى مقدار الطاقة الإشعاعية التى تستقبلها التربة، فالتربة تدفأ بسرعة أكبر كما يزداد نمو الغطاء الخضرى فوق السفوح المواجهة لأشعة الشمس – فى النطاقات المنحدرة –، وتتأثر درجة حرارة التربة بالغطاء النباتى فالتربة تكون أبرد فى فصل الصيف بالنطاقات ذات الغطاء الخضرى الكثيف عن تلك المكشوفة، وتكون التربة المغطاة بكساء خضرى أدفأ من مثيلتها المكشوفة خلال شهور الشتاء.

علاقة درجة حرارة التربة بنشاط النبات والكائنات الدقيقة:

يقل معدل الامتصاص – شأنه فى ذلك شأن سائر العمليات الطبيعية والكيميائية التى تحدث داخل الجذور – بانخفاض درجة حرارة التربة. اذ أن درجة الحرارة المنخفضة لا تسمح الا بمعدل امتصاص محدود. وقد دلت الدراسات أن معدلات النتح تنخفض بسرعة فى حالة انخفاض درجة حرارة التربة الى ما دون ١٣°م، ويزداد انخفاضها بمعدلات أسرع فى حالة انخفاض

درجة حرارة التربة إلى دون ٣ْم وتتوقف تماما عند درجة الصفر المئوى، يترتب على ذلك أن تبدأ النباتات فى الذبول عند درجة ٥ْم وتتهدل وتسقط عند درجة الصفر المئوى. ويفسر ذلك الضرر الشديد الذى تتعرض له المحاصيل المزروعة خلال فترات الصقيع، وبالمثل فإن ارتفاع درجة حرارة التربة الى أكثر من ٣٩ْم يزيد من معدلات النتح مما يؤدى فى النهاية الى ذبول المحاصيل وموتها.

وتعوق درجة حرارة التربة غير الملائمة الكثير من التفاعلات البيولوجية والكيميائية المفيدة والتى تحدث بالتربة، فمعظم بكتيريا التربة لاتصبح نشطة إلا عندما تتراوح درجة حرارة التربة بين ٧°م ، ١٠°م، كما أن درجة حرارة التربة التى تتراوح بين ١٨°م، ٢١°م – وهى التى تنمو عندها الجذور نمواً جيداً – تعمل أيضاً على تعجيل تحلل المواد العضوية وإنتاج النشادر وتكوين النيتروجين فى صورة نترات.

٢ - رطوبة التربة (المحتوي المائي):

يقصد بعنصر الرطوبة كمية المياه التى تدخل فعلاً فى مجال عمليات تكوين التربة سواء على سطح التربة أو خلال قطاعاتها التحتية، وهى محصلة ما تروى به التربة من مياه – سواء أكانت من الأمطار أم من الرى – وما يفقد منها عن طريق البخر والنتح، بالإضافة إلى الفاقد بفعل الجريان السطحى والترشيح. والماء الموجود فى التربة هو المذيب للمواد الغذائية الموجودة فى التربة والوسط الذى تنتقل فيه هذه المواد من التربة إلى جسم النبات لأن انتقال تلك المواد لا يمكن حدوثه إلا إذا كانت فى صورة ذائبة.

وتتوقف قدرة احتفاظ التربة بالمياه على عدد من العوامل أهمها طبيعة نسيج التربة ونسبة كل من المواد العضوية الذائبة والطين القابل للتمدد، وتتحرك المياه فى التربة عادة ببطء شديد إلا فى حالة تحركها رأسياً إلى

أسفل عندما تكون التربة مشبعة بالماء فوق السعة الحقلية. وحتى فى نطاقات التربة القريبة من مستوى الماء الأرضى فإن ارتفاع المياه خلالها بفعل الخاصية الشعرية لا يكون كبيراً، وتقدر المسافة التى يرتفعها الماء من أسفل إلى أعلى بفعل الخاصية الشعرية بنحو ٣٥ سم فى الرمل الشخن، ٧٠ سم فى الرمل الناعم، ٨٠ سم فى الغرين الثقيل.

ويؤثر كل من درجة الحرارة والتبخر تأثيراً مباشراً فى معدلات فقد الماء من سطح التربة، فعندما ترتفع درجة الحرارة وتنخفض الرطوبة النسبية تفقد كمية كبيرة من مياه التربة بفعل التبخر ويترتب على ذلك انخفاض كفاءة الرى، ويوضع ذلك فى الاعتبار عند تحديد الاحتياجات المائية للفدان، حيث يتم تحديدها تبعاً للاختلاف المكانى والزمانى لمعدلات التبخر وطبيعة المحاصيل المزروعة، ونسيج التربة.

وتختلف درجة تركيز الأملاح فى التربة باختلاف محتواها المائى، فقد تتساوى كمية الأملاح الموجودة فى موقعين مختلفين يسودهما نوع واحد من التربة ومع ذلك تتباين درجة تركيز الأملاح فى كل منهما، فتزيد درجة تركيز الأملاح فى التربة التى تتسم بانخفاض محتواها المائى، وارتفاع معدلات التبخر بنطاقها، والعكس صحيح. ويتمثل الضرر الذى يسببه ارتفاع درجة تركيز الأملاح بالتربة فى تآكل ساق النبات عند مستوى سطح التربة بسبب تركز الأملاح فى الطبقة السطحية للتربة وقت الجفاف، ويؤدى ذلك إلى عرقلة مرور الغذاء من الجذور إلى الأوراق، وتعمل الأملاح على إذابة المواد العضوية وإنتاج غرويات غير نفاذة بطريقة التفاعل الكيميائى تشكل طبقة غير منفذة لكل من المياه والجذور.

لذلك يجب الاهتمام بقياس رطوبة التربة إلى جانب حساب درجة تركيز الأملاح الذائبة بها بصورة دورية حتى يمكن تخفيف محلول التربة بإضافة المياه إذا ثبت زيادة تركيز الأملاح الذائبة بها إلى الحد الذى يضر بالمحاصيل المزروعة.

موسم النمو الزراعي:

تتعرض الأحوال الجوية لأى نطاق على سطح الأرض لانحرافات موسمية غير عادية من سنة إلى أخرى، وينعكس ذلك على الظاهرات التى ترتبط بالمناخ بكونه عاملاً مؤثراً فيها، فالاختلاف فى إنتاجية المحاصيل يمكن أن يرجع أحياناً إلى الانحرافات التى تحدث فى درجة الحرارة وكمية الأمطار الساقطة وطول فترة سطوع الشمس عن معدلاتها الطبيعية خلال موسم النمو الزراعى، ويكون من نتيجة ذلك تزايد إنتاجية الأرض من محصول ما فى سنة وقلته فى سنة أخرى، وتصبح إنتاجيته بذلك خاضعة لموسمية المناخ، وبالتالى يتعرض كل ما يتعلق بهذا المحصول من متطلبات غذائية أو صناعية للموسمية وعدم الانتظام، ويصبح المناخ بذلك عاملاً مؤثراً فى زيادة أو نقصان الإنتاج الزراعى كماً وكيفاً.

ولا يستطيع الإنسان بما توصل إليه من تقدم علمى وتكنولوجى أن يغير من خصائص العناصر الجوية على نطاق واسع لتتناسب متطلبات زراعية محددة، إلا أنه يمكن تطويع الطرق الزراعية لتتلائم مع الظروف المناخية السائدة وتبعاً لسمات موسم النمو الزراعى الذى يخضع لهذه الظروف، وتقتصر جهود الإنسان – فى الوقت الحاضر – على تعديل بعض السمات المناخية المحلية السائدة فى نطاق ضيق من الأرض كزراعة الأشجار على أطراف الأراضى الزراعية لتكون بمثابة مصدات للرياح، أو بناء البيوت الزجاجية أو البلاستيكية والزراعة بداخلها، أو التظليل، أو تغطية المحاصيل، ومقاومة الصقيع، وتهوية التربة بالحرث.

ويمكن تعريف **موسم النمو الزراعي** بأنه الفترة بين وقت البذر ووقت الحصد مخصوماً منها مدة الانحرافات المناخية التى تحدث فى قيم عناصر المناخ المناسبة لزراعة المحصول خلال فترة نموه. ولهذا يتباين طول موسم

النمو الزراعى مكانياً وزمانياً تبعاً للتباين فى مدى حدوث تلك الانحرافات المناخية بين نطاقات العالم الزراعية وتبعاً للتباين السنوى فى عدد الأيام التى تحدث فيها تلك الانحرافات المناخية.

وتشكل درجة الحرارة العامل الرئيسى المحدد لطول موسم النمو الزراعى فى بيئات الزراعة المروية حيث يفرض توافر مياه الرى الدائم امكانية الزراعة على مدار السنة. فعلى سبيل المثال تتوفر مياه الرى اللازمة للزراعة فى كندا، وتتوفر التربة السوداء الخصبة، ولكن تحدد درجة الحرارة موسم النمو الزراعى خلال ثلاثة شهور فقط على مدار السنة هى يونيو، يوليو، أغسطس، حيث تنخفض درجة الحرارة فى باقى شهور السنة إلى دون الصفر المئوى وتتجمد التربة الزراعية وتتجمد المياه داخل الأنهار وقنوات الرى ويستحيل مع تلك الظروف ممارسة الزراعة.

وعلى النقيض من ذلك تتوفر مياه الرى اللازمة للزراعة فى نطاق دلتا النيل على مدار السنة، وتتوفر التربة الطميية الخصبة، ودرجات الحرارة المعتدلة الدافئة، فيكون من محصلة ذلك امتداد موسم النمو الزراعى ليشمل السنة كلها، وتنقسم السنة الزراعية إلى ثلاثة فصول زراعية رئيسية هى الموسم الشتوى وتبدأ الزراعة فيه من بداية أكتوبر وحتى منتصف شهر يونيو تقريباً، والموسم الصيفى وتبدأ الزراعة فيه من منتصف فبراير وحتى نهاية شهر نوفمبر تقريباً، والموسم الصيفى المتأخر وتبدأ الزراعة فيه من شهر يوليو وحتى منتصف شهر نوفمبر تقريباً.

وتشكل الأمطار عاملاً محدداً للنشاط الزراعى فى البيئات التى لا تجرى فيها الأنهار، حيث تمثل الأمطار مورداً رئيسياً للمياه التى تعد أساس النشاط الاقتصادى فيها، والمحدد لقيمة الأراضى والمساحات التى يمكن زراعتها، إذ تسمح الأمطار الساقطة بممارسة الزراعة، وتتواكب بداية الموسم الزراعى

بهذه الأراضى مع بداية موسم سقوط الأمطار. وتتباين مواعيد بداية ونهاية الموسم الزراعى لتلك الأراضى تبعاً لتباين مواعيد بداية سقوط الأمطار وكميتها الساقطة ومدى فعاليتها من عام لآخر، ويؤدى ذلك إلى تباين طول الموسم الزراعى ومساحة الأراضى المزروعة ومتوسط إنتاجيتها من المحاصيل سنوياً.

وبوجه عام فإذا توفرت مياه الرى اللازمة للزراعة تتأثر مواسم النمو الزراعى للأراضى الزراعية بالانحراف الذى يحدث لدرجات الحرارة خلالها من عام لآخَر، ويتفق معظم الدراسات على اعتبار درجة حرارة ٦°م هى الحد الحرارى الأدنى للنمو الجوهرى للنبات (صفر النمو)، فإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك تتوقف العمليات الغذائية النباتية وبالتالى يتوقف نمو النبات، فتزداد كثافة المياه المختزنة بالتربة لبرودتها ويصعب امتصاص النبات لها فى اتجاه عكس الجاذبية الأرضية، وفى حالة تجمدها يتوقف عملية انتقال المياه والعناصر الغذائية إلى جسم النبات فيتعرض للذبول.

وأُعتبرت درجة حرارة ٣٥°م الحد الأعلى للنمو الجوهرى للنبات، فإذا ارتفعت الحرارة عن ذلك تعرض النبات للخطر حيث ترتفع بعد هذه الدرجة معدلات التبخر بدرجة عالية وتبدأ التربة فى فقد جزءاً كبيراً من مياهها بالتبخر، وتفقد الساق والأوراق المياه المختزنة بداخلها ويتعرض النبات للذبول والموت.

ويتفاوت عدد الأيام التى تنحرف فيها درجات الحرارة عن الحدود الدنيا والقصوى المحددة لموسم النمو الزراعى مكانياً تبعاً للتباين فى البعد والقرب عن خط الاستواء، وتتفاوت زمانياً تبعاً للتباين السنوى لعدد هذه الأيام، ويتفاوت بذلك مدى تأثر المحاصيل بهذه الانحرافات، فتترتفع

إنتاجيتها وتتحسن صفاتها فى مواسم النمو التى يقل فيها عدد الأيام التى تنحرف فيها درجة الحرارة عن الحدود الدنيا والقصوى المحددة لموسم النمو الزراعى والعكس صحيح.

ولكل محصول زراعى موسم نمو تحدده العناصر المناخية فقد تكون درجة الحرارة هى أكثر العناصر تأثيراً بالنسبة لمحصول ما خلال موسم نموه، وقد تكون الرطوبة النسبية، أو الرياح، أو كمية الضوء أقوى أثراً من درجة الحرارة بالنسبة لمحاصيل أخرى. وتختلف قيمة العناصر المناخية من محصول لآخر، فبعض المحاصيل يقاوم الجفاف مثل الشعير، وبعضها يضره الصقيع مثل الطماطم، وبعضها يناسبه الصقيع مثل التفاح والخوخ، وبعضها يلائمه طول الفترات المشمسة كالقطن والذرة، وبعضها يحتاج إلى غطاء من السحب مثل البن. فمواعيد الزراعة المناسبة تختلف من محصول إلى آخر تبعاً لمدى ملائمة زراعته للخصائص الجوية السائدة، وتتوقف الإنتاجية الجيدة للمحصول على مدى الالتزام بميعاد بدء الزراعة الذى توصى به الدراسات المناخية الزراعية التى تناولت تحديده على أساس الضوابط المناخية المناسبة لنمو البذرة وظهور البادرة وعدم تعطنها أو تعفنها فى التربة، فالتبكير أو التأخير عن الموعد المناسب مناخياً لبدء الزراعة يتبعه خلل فى مواعيد الإنبات ونمو الساق والأوراق والثمار وبالتالى يؤثر على إنتاجية المحصول سلباً.

المناخ وزراعة المحاصيل الحقلية:

تتأثر مراحل نمو المحاصيل الحقلية باختلاف الظروف المناخية السائدة خلال مواسم النمو الخاصة بها، فتنبت بذور محاصيل الموسم الشتوى عند درجات حرارة منخفضة عن مثيلتها الملائمة لنمو بذور محاصيل الموسم الصيفى، فبالنسبة للمحاصيل الحقلية الشتوية تبين أنه يمكن لبذور القمح

والشعير أن تنبت عند درجة حرارة ٤°م، بينما يمكن أن تنبت بذور البرسيم عند درجة حرارة ٥°م، رغم أن أنسب درجة حرارة لإنبات بذور القمح الشعير ١٥°م، وأنسبها لإنبات بذور البرسيم ٢٠°م . وكذلك بالنسبة للمحاصيل الحقلية الصيفية تبين أنه يمكن لبذور الذرة الشامية والرفيعة أن تنبت عند درجة حرارة ٧°م رغم أن أنسب درجة حرارة لذلك هى ٣٠°م.

وبصفة عامة فإن لبذور المحاصيل الشتوية القدرة على تحمل البرودة أكثر من بذور المحاصيل الصيفية وفى كلتا الحالتين تقل احتمالات موت البذور وإصابتها بالتعفن كلما ارتفعت درجة حرارة التربة عن الحدود الدنيا لنمو تلك البذور. وتتراوح درجة حرارة التربة المناسبة لإنبات بذور معظم المحاصيل الحقلية الشتوية حول ٢٠°م، فى حين تتراوح بين ٣٠، ٣٥°م بالنسبة للمحاصيل الحقلية الصيفية[١] . ونستعرض فيمايلى مثالاً تطبيقياً للعلاقة بين المناخ وزراعة القطن كأحد المحاصيل الحقلية الصيفية.

المناخ وزراعة القطن:

لكل محصول احتياجات دنيا وعليا من العناصر المناخية ويقع بين هذه الحدود الاحتياجات المناخية الأنسب التى تسمح بأفضل نمو له، فعلى سبيل المثال تجود زراعة القطن فى المناطق التى لا يقل متوسط درجة الحرارة اليومى بها عن ٢٥°م وبناء على ذلك تنحصر زراعة القطن بالعالم فى النطاق الممتد بين دائرتى عرض ٣٢°م جنوباً، ٣٧°م شمالاً، وإن كانت أوكرانيا نجحت فى زراعته حتى دائرة عرض ٥٠° شمالاً تقريباً بعد استنباط فصائل يمكنها النمو فى فصل إنبات قصير نسبياً[٢] .

---

(١) على على الخشن – محمود محمدح بيب – قواعد زراعة المحاصيل – دار المعارف بمصر – ١٩٧١ – ص ص ١٨٩ – ١٩١ .

(٢) محمد خميس الزوكة – الجغرافيا الزراعية – دار المعرفة الجامعية – الاسكندرية – ١٩٨٩ – ص ٤٣٠ .

ويحتاج القطن إلى موسم نمو خال تماماً من الصقيع تتراوح مدته بين ١٨٠ ، ٢٠٠ يوم حيث يكون الطقس فيه دافئاً ويتوافر فيه ضوء الشمس، وتعد درجة حرارة ٣٠°م أنسب درجة حرارة لإنبات بذرة القطن ويقل الإنبات كلما انخفضت درجة الحرارة عن ذلك. ويحتاج القطن الجيد إلى فترة ضوئية طويلة تتراوح بين ٢٤٠٠، ٢٥٠٠ ساعة مشمسة خلال موسم نموه فالنباتات الأسرع فى تكوين الأزهار هى التى تتعرض إلى فترة أطول من الضوء وبخاصة خلال مراحل النمو الأخيرة.

المناخ المناسب لزراعة القطن:

القطن من أكثر المحاصيل تأثراً باختلاف موعد الزراعة، فبذرة القطن من البذور الحساسة التى يصعب إنباتها إلا إذا توافرت الشروط المناخية الملائمة لها وقت البذر، لذلك يتوقف الميعاد المناسب للبدء زراعة القطن على ظروف الطقس التى تلائم إنبات البذرة والتى تتغير من موقع لآخر.

وتعتمد عملية إنبات بذرة القطن على عاملين رئيسيين الأول هو وجود الماء فى التربة فبذور القطن لا تنبت إلا إذا امتصت كمية كبيرة نسبياً من الماء تساوى أو تزيد عن نصف وزن البذرة. أما العامل الثانى فهو درجة حرارة التربة فقد أثبتت الدراسات أن أنسب درجة حرارة للتربة لإنبات بذرة القطن هى ٣٠°م ويأخذ الإنبات فى البطء إذا انخفضت درجة حرارة التربة عن ذلك ليصل إلى أدنى مستوياته عند درجة ١٧°م ويقف الإنبات تماماً إذا انخفضت درجة الحرارة عن ٥ أيام[١].

ودلت الدراسات التى أجريت للتعرف على أنسب ميعاد لبدء زراعة القطن فى دلتا النيل، والتى وضعت فى اعتبارها العاملين السابق الإشارة إليهما (المحتوى المائى، درجة حرارة التربة) أنه من الأفضل زراعته مبكراً

---

(١) على على الخشن – إنتاج القطن – دار المعارف – ١٩٦٥ – ص ١٣٣.

فى أواخر شهر فبراير أو أوائل مارس، وليس كما يحدث أحياناً فى أواخر شهر مارس أو أوائل شهر أبريل والتى ينتهجها بعض الزراع وذلك لأن الزراعة المبكرة تعطى محصولاً أوفر، أو تسمح للقطن يأخذ الوقت الكافى للتزهير الأكثر والنضج الأمثل، كما أن النمو الخضرى المبكر والنضج المبكر يجعل نباتات القطن أقل عرضة للإصابة بدودة اللوز وهى مميزات محصلتها النهائية زيادة متوسط إنتاج الأرض من القطن.

العلاقة بين عناصر المناخ ومراحل نمو القطن:

تتوقف قدرة نبات القطن على النمو الجيد وإعطاء محصول وفير على العوامل الوراثية الموجودة فى تركيب النبات التى تتفاعل مع العوامل البيئية التى يتعرض لها النبات أثناء النمو، والتى تتمثل فى سمات عناصر المناخ وخصائص التربة ومياه الرى. وتعدخصائص المناخ أكثر تلك العوامل تغيراً، فكثيراً ما تؤدى التغير المفاجئة فى درجة الحرارة إلى نقص فى النمو وبالتالى ضآلة الكمية المنتجة ولا تتغير كثيراً العوامل الأرضية وتغذية النبات وخصوصاً أن المزارع يستطيع التحكم فيها أثناء إجراء عمليات خدمة الأرض لزراعة المحصول، وكذلك أثناء وجود المحصول فى الأرض.

وتعد درجة حرارة التربة الزراعية، ودرجة حرارة الهواء، وكمية ضوء الشمس هى العوامل المناخية الرئيسية المؤثرة على نمو نبات القطن خلال مراحل نموه. **فتؤثر درجة حرارة التربة** فى طول الفترة اللازمة لإنبات بذور القطن، فكلما انخفضت درجة حرارة التربة زادت فترة الإنبات ويتعرض الإنبات للتوقف إذا ما انخفضت درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٥°م. وتبدأ البادرة فى النمو بعد إنبات البذرة، وتتراوح أنسب درجة حرارة لنمو البادرة بين ٢٤، ٢٨°م بينما تكون النهاية العظمى التى تتحملها ٣٠°م والنهاية الصغرى ١٥°م.

ويبدأ نمو الساق الرئيسية بعد انتهاء طور الباردة وتتراوح أنسب درجة حرارة لنمو الساق الأصلية بين ٣٠ – ٣٢°م ويتوقف نمو الساق إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٧°م. ويتبع ذلك توقف نمو الفروع الثمرية والأوراق والأزهار التى يحملها النبات.

ويحتاج النمو الجيد للقطن إلى ضوء الشمس بكمية تتراوح بين ٢٤٠٠ – ٢٥٠٠ ساعة خلال موسم نموه وقلة الضوء الناتج عن كثافة غطاء السحب أو ظل الأشجار الكبيرة يؤدى إلى قلة التفريع وقلة عدد الأزهار وسقوط اللوز، وتقل مقاومة المحصول للملوحة إذا قل الضوء الذى يتعرض له.

وبناءً على ما سبق يمكن تحديد النطاقات الزراعية الأنسب مناخياً لزراعة محصول القطن بحساب عدد الأيام التى تنحرف فيها درجة حرارة التربة، ودرجة حرارة الهواء، كمية ضو الشمس عن الحدود الدنيا والقصوى المناسبة لنمو محصول القطن، ثم يكون أقل النطاقات التى يتكرر فيها انحراف تلك الضوابط المناخية عن الحدود الدنيا والقصوى أنسب النطاقات لزراعته، فمن الطبيعى أن تجود زراعة القطن فى نطاقه الأنسب مناخياً وترتفع إنتاجيته ويتحقق عائد أكبر ويزداد صافى الربح.

المناخ ومحاصيل الخضر:

تحتل محاصيل الخضر مركزاً هاماً فى التركيب المحصولى لأى إقليم زراعى، وهى تزرع فى جميع المواسم الزراعية، وتعد درجة الحرارة من العوامل المهمة التى تحدد نوع الخضر التى يمكن زراعتها على مدار السنة لذلك يؤدى الاختلاف فى درجات الحرارة إلى زراعة الخضر فى مواسم مختلفة تحدد مواعيد ظهورها على مدار السنة، فتزرع الخضر الشتوية فى نهاية الخريف وبداية الشتاء مثل الخرشوف، البسلة، السبانخ، الخس، الكرنب، وتنمو نمواً جيداً إذا لم يتجاوز متوسط درجة الحرارة السائد ٢١°م، فى حين تزرع الخضر الصيفية مع بداية الصيف مثل الطماطم، الفاصوليا،

القلقاس، الباميا، البطاطس، البطيخ، الخيار، الكوسة، الملوخية، وتنمو نمواً جيداً فى درجة حرارة يتجاوز متوسطها ٢٦°م[1].

وتتفاوت درجة الحرارة التى تلائم محاصيل الخضر المختلفة فمنها مايتحمل البرودة الشديدة مثل الكرنب واللفت (وهما محصولان يتحملان الصقيع) والخس والجزر والبسلة (وهى محاصيل لا تتحمل الصقيع)، وتتراوح أفضل درجة حرارة لنمو تلك المحاصيل بين ١٥,٥°م ، ١٨,٥°م ومنها ما يجود زراعته فى مدى حرارى يتراوح بين ١٢,٥°م، ٢٦,٥°م مثل البصل والثوم والكرات والخيار والكوسة والفاصوليا والطماطم والفلفل. ومن المحاصيل ما يلزم لزراعته موسم صيفى طويل ولا تنجح زراعته إذا انخفض المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة السائدة إلى أقل من ٢١°م مثل البطيخ والبطاطا والباذنجان والباميا.

ويؤثر الضوء على محاصيل الخضر، فالبطاطس – على سبيل المثال – تحتاج لمدة إضاءة تتراوح بين ١٠ ، ١٣ ساعة / يوم خلال موسم النمو، وتزهر جميع أصناف السبانخ إذا تجاوزت مدة الإضاءة ١٤ ساعة / يوم، وتحتاج الطماطم لمدة إضاءة لا تقل عن ١٢ ساعة / يوم، فإذا قلت مدة الإضاءة عن تلك الحدود قلت الأزهار وبالتالى تقل كمية المحصول الناتج[2].

وتؤثر الرطوبة النسبية على إصابة بعض محاصيل الخضر بالأمراض الفطرية، فتشتد إصابة البصل بمرض البياض الزغبى إذا ارتفعت الرطوبة النسبية، فى حين تقل الإصابة بانخفاض الرطوبة النسبية، ويكون البطيخ أكثر جودة فى الجو الجاف عنه فى الجو الرطب.

ونستعرض فيمايلى مثالاً تطبيقياً للعلاقة بين المناخ وزراعة الطماطم كأحد محاصيل الخضر

---

(١) كمال رمزى استينو وآخرون – إنتاج الخضر – مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٩٦٣.

(٢) السيد محمد صقر – محاصيل الخضر – مكتبة الأنجلو المصرية – ١٩٦٥ – ص ص ٣٠ – ٤٠.

المناخ الملائم لزراعة الطماطم:

تتحدد درجة الحرارة ومدة الإضاءة اليومية مستوى نجاح زراعة الطماطم، فتجود زراعتها فى النطاقات التى تتراوح فيها درجة الحرارة بين ١٨,٥°م، ٢٦,٥°م، والتى يتوفر فيها مدة إضاءة لا تقل عن ١٢ ساعة فى المتوسط طول مرحلة النمو، ولا تتحمل الطماطم الصقيع والبرودة الشديدة، كما أنها لا تتحمل الحرارة الشديدة أيضاً وطول الفترة التى تتعرض خلالها لأشعة الشمس المباشرة.

العلاقة بين خصائص عناصر المناخ ومراحل نمو الطماطم:

تؤثر درجة حرارة التربة تأثيراً مباشراً فى إنبات بذور الطماطم، فكلما كانت درجة حرارة التربة مناسبة للإنبات السريع كلما قلت الأضرار التى تصيب البذور الناتجة عن مهاجمة الكائنات البكتيرية الموجودة بالتربة لها مما يعرضها للتلف وعدم الإنبات.

وتعد درجة حرارة التربة التى تتراوح بين ١٥ ، ٢٥°م هى الأنسب لنمو الطماطم حيث تتراوح خلالها نسبة إنبات البذور بين ٩٨٪، ٩٧٪ من جملة البذور المزروعة، وتنخفض نسبة إنبات البذور تدريجياً بارتفاع درجة حرارة التربة إلى أكثر من ٢٥°م، أو إذا انخفضت إلى أقل من ١٥°م.

وتؤثر درجة حرارة التربة أيضاً فى طول الفترة اللازمة لإنبات البذور وظهور البادرات، فتتراوح تلك الفترة بين ٦ أيام، ٩ أيام إذا تراوحت درجة حرارة التربة بين ٢٠ ، ٣٥°م، ويزداد طول هذه الفترة تدريجياً بارتفاع درجة حرارة التربة إلى أكثر من ٣٥°م أو إذا انخفضت إلى أقل من ٢٠°م.

تؤثر درجة حرارة الهواء فى نمو محصول الطماطم بشكل مباشر، فتتراوح أفضل درجة حرارة لنمو محصول الطماطم بين ٢١°م، ٢٩°م، فإذا انخفضت درجة الحرارة عن ٢١°م، أو ارتفعت عن ٢٩°م يضعف نمو المحصول ويقل الإثمار.

فعند تعرض المحصول لدرجات حرارة أقل من ٢١°م يزداد تجمع النشا فى النبات فيتغير لون الساق والأوراق إلى اللون الأصفر ويقل إثمار المحصول، وإذا تعرض المحصول لدرجات حرارة تتجاوز ٢٩°م تزداد حاجة النبات من ثانى أكسيد الكربون بنسبة تفوق الكمية المتاحة ويؤدى ذلك إلى نقص الثمار أو انعدامها.

ويبلغ متوسط طول مدة ضوء الشمس التى تناسب النمو الطبيعى للطماطم ١٢ ساعة/ يوم فعندها يحدث توازن بين الآزوت والمواد النشوية المتجمعة داخل جسم نبات الطماطم، ويقل هذا التوازن ويضعف النمو الخضرى للمحصول إذا تعرض للضوء لمدة تقل عن ٧ ساعات / يوم، ويتعرض المحصول للذبول ويتوقف تكون البروتين بداخله إذا تعرض لمدة إضاءة تتجاوز ١٧ ساعة / يوم.

وبناءاً على ما سبق يمكن تحديد النطاقات الزراعية الأنسب مناخياً لزراعة محصول الطماطم باعتبارها أقل النطاقات التى يتكرر فيها انحراف درجة حرارة التربة، درجة حرارة الهواء، مدى الإضاءة عن الحدود الدنيا والقصوى التى تناسب زراعته، فمن الطبيعى أن تجود زراعة الطماطم فى نطاقه الأنسب مناخياً وترتفع إنتاجيته ويتحقق عائد أكبر ويزداد صافى الربح.

المناخ ومحاصيل الفاكهة:

للمناخ علاقة كبيرة بفلاحة بساتين الفاكهة، فهو الذى يتحكم فى تحديد أنواع وأصناف الفاكهة الممكن زراعتها فى أية منطقة، وتعد درجة حرارة التربة، ودرجة حرارة الهواء والرياح، والضوء، والرطوبة النسبية من عناصر المناخ الرئيسية التى تؤثر بصورة مباشرة فى زراعة محاصيل الفاكهة، ويأخذ هذا التأثير اتجاهين: الأول، تتحكم هذه العناصر فى القدرة الكامنة للأشجار على تكوين البراعم الزهرية، والثانى أنها تتسبب بانحرافها عن

القيم المثلى فى هلاك جزئى أو كلى للبراعم والأزهار والمحصول أثناء تكوينه وبالتالى تؤثر فى مستوى نمو أشجار الفاكهة[1] .

وتتفاوت أشجار الفاكهة فى مدى تحملها لدرجة الحرارة، وهى ترتب تبعاً لقدرتها على تحمل درجات الحرارة المنخفضة على النحو التالى: التفاح، الكريز، الكمثرى، المشمش، الخوخ ... وهى من محاصيل الفاكهة متساقطة الأوراق، أما الفواكه مثل الموالح والمانجو فإنها أقل تحملاً لانخفاض درجة الحرارة وهى من الفواكه متساقطة الأوراق، وترتب محاصيل الموالح حسب قدرتها على تحمل الانخفاض الشديد لدرجة الحرارة بدءاً بأقلها تحملاً وانتهاءً بأكثرها تحملاً على النحو التالى: الليمون المالح، الليمون الحلو، الليمون الأضاليا، الجريب فروت، البرتقال، النارنج، اليوسفى. وقد تثمر الأنواع الثلاثة الأولى طول العام تقريباً إذا كان الجو دافئاً بدرجة كافية، فى حين أن الجريب فروت والبرتقال واليوسفى والنارنج تدخل بسهولة فى دور السكون – التوقف عن النمو – بتعرضها للحرارة المنخفضة خلال فصل الشتاء.

ويحتاج كل محصول من محاصيل الفاكهة لقدر معين من الحرارة لكى تتم دورة نموه، حيث تكتمل هذه الدورة بحصول المحصول على تلك الحرارة سواء فى يوم واحد أو خلال فترة النمو، وتعد طريقة مجموع الفروق Summation of Remainders Method هى أفضل الطرق لحساب مقدار تلك الحرارة، وتتلخص فى أن يؤخذ الفرق بين متوسط درجة حرارة اليوم والدرجة التى يبدأ عندها نمو المحصول (صفر النمو) ويحسب ذلك لجميع أيام الشهر والأشهر الأخرى خلال موسم نمو المحصول، ثم يحسب المجموع الكلى لهذه الفروق فيعرف الناتج بأنه مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة

---

(١) حسن أحمد بغدادى – فيصل عبد العزيز منسى – الفاكهة أساسيات إنتاجها – دار المعارف – الاسكندرية – ١٩٦٤ – ص ص ٢٠٠ – ٢٣٥.

للمحصول خلال موسم النمو(١). فإذا كان عدد الوحدات الحرارية غير كاف لمحصول ما من محاصيل الفاكهة فإنه ينمو نمواً ضعيفاً ويعطى محصولاً ضئيلاً متأخراً فى النضج، ومن أحسن الأمثلة على ذلك ملاءمة زراعة أصناف البلح الجاف فى أقاليم مصر العليا وعدم ملاءمتها بأقاليم الوجه البحرى، حيث أن الوحدات الحرارية فى المنطقة الأخيرة غير كافية لها.

وتؤدى درجة حرارة التربة المنخفضة إلى انخفاض قدرة جذور أشجار الفاكهة على امتصاص المياه من التربة، وإذا انخفضت درجة حرارة التربة إلى أقل من ٤°م يتوقف نمو الجذور ويتوقف انتقال النيتروجين من التربة إلى قمة الشجرة، وقد دلت الدراسات أن أشجار الموالح ترتفع قدرتها على امتصاص النيتروجين من الأرض عند درجة حرارة تربة تبلغ ٩°م، فى حين أنه إذا ارتفعت درجة حرارة التربة إلى أكثر من ٣٥°م فإن ذلك يقلل من قدرة الجذور على امتصاص الماء والنيتروجين ويقل بالتالى عدد الجذور فى التربة.

ولحماية أشجار الفاكهة من أضرار درجات الحرارة المرتفعة ينصح دائماً بزراعة بعض المحاصيل الخضراء المؤقتة لحماية الجذور فقط، ولتلطيف درجة حرارة الهواء - نتيجة الماء المتبخر - ولتقليل المدة التى يتعرض لها المحصول لأشعة الشمس المباشرة. وفى حالة زراعة الموالح فى مناطق شديدة الحرارة والضوء كما فى النطاقات الزراعية هامشية الموقع والمجاورة للصحراء يمكن زراعة أشجار النخيل لتظليلها، وفى حالة الأشجار صغيرة العمر فإنها تظلل بعمل أسوار من عيدان الذرة أو الغاب.

ويزداد تكوين الكربوهيدرات فى الأوراق بازدياد الضوء، ويحدث ذلك

---

(١) فيصل عبد العزيز منيسى - الموالح الأسس العلمية لزراعتها - دار المطبوعات الجديدة - الاسكندرية - ١٩٧٦، ص ٢٤٧ .- ص ٢٤٧.

- أشار إليها محمد محمود محمدين تحت اسم الحرارة المتراكمة Temperature Summation فى مؤلفه أصول الجغرافيا الزراعية ومجالاتها - مكتبة الخريجى - المملكة العربية السعودية - ١٩٨٦ - ص ١٢٩.

بشكل أقل فى الأوراق المظللة عن الأوراق المعرضة للضوء المباشر، لذلك فالأفرع المظللة فى قلب الشجرة المكتظة أقل من حيث الجدارة الإنتاجية من الأفرع الخارجية لذلك ينصح بتقليم الأشجار حتى يسمح للضوء بتخلل قلب الشجرة مما يساعد على تكوين البراعم الزهرية على هذه الأفرع الداخلية.

وللضوء علاقة وثيقة بجودة الثمار، فعلى سبيل المثال وخلال زراعة محصول العنب ترجع الاختلافات فى تركيب الثمار وجودتها من سنة لأخرى إلى اختلاف كمية الضوء المتاحة أثناء موسم النمو، وللضوء تأثير مهم فى تكوين لون الثمار، فاللون الأحمر فى كل من التفاح والكمثرى والخوخ يلزم لتكوينه سقوط الضوء على الثمار مباشرة، بل إن اللون الأحمر يمكن أن يتكون فى التفاح بعد جمعه إذا تعرض لأشعة الشمس.

وتعد الرياح من عناصر المناخ المؤثرة فى مستوى نجاح زراعة أشجار الفاكهة فعلاوة على تأثيرها الميكانيكى على الأفرع وإسقاط الكثير من الأوراق والأزهار والثمار وجرح المتبقى منها على الأفرع نتيجة لتصادمها مع الأفرع أو مع الأشواك فى حالة الموالح، تؤثر الرياح أيضاً فى سرعة عملية النتح وبخاصة إذا كانت الرياح حارة كرياح الخماسين مما يؤدى إلى سحب الأشجار للمياه من الثمار، ويترتب على ذلك تكوين طبقة انفصال فى الثمرة تنفصل الثمرة عندها فور اهتزاز الفرع اهتزازاً بسيطاً. وللرياح تأثيرات أخرى متنوعة منها تعارضها – فى حالة الرياح الشديدة – مع نشاط النحل والحشرات الأخرى التى تقوم بعملية التلقيح وبالتالى تقلل من عقد الثمار.

وينتج عن انخفاض الرطوبة النسبية جفاف أوراق أشجار الفاكهة وبخاصة إذا حدث هذا الانخفاض فجأة وبعد فترة ارتفعت خلالها الرطوبة النسبية، ويتسبب ارتفاع الرطوبة النسبية فى إصابة محاصيل الجوافة

والرمان والموالح والتين بحشرة البق الدقيقي، كما أن انخفاض الرطوبة النسبية خلال فترة العقد وبعدها يسبب تساقط الكثير من الثمار ويحدث ذلك عند تعرض المحصول لهبوب رياح الخماسين الساخنة.

وسوف نعرض فى الفصل الخامس دراسة تطبيقية تفصيلية توضح العلاقة بين المناخ ونمو محصول البرتقال أهم محاصيل الموالح والفاكهة فى مصر، وتهدف لتحديد المناطق الأنسب مناخياً لزراعة الموالح فى دلتا النيل.

المناخ وأمراض المحاصيل:

تنشأ الأمراض النباتية عن مسببات مختلفة بعضها طفيلى والبعض الآخر غير طفيلى، وبصفة عامة تنقسم الأمراض النباتية تبعاً لمسبباتها إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى:

١ - **الأمراض الطفيلية** .. وتحدث نتيجة لإصابة النبات بكائن حى يطلق عليه طفيل.

٢ - **الأمراض الفيروسية** .. وتحدث نتيجة لإصابة النبات بالطفيليات غير الحية التى تحمل خواص البروتين وهى الفيروسات.

٣ - **الأمراض غير الطفيلية** .. وتحدث نتيجة لاختلال فسيولوجى فى عمليات النبات الحيوية نتيجة لتأثير عدة عوامل بيئية.

وتنتشر مسببات الأمراض النباتية بطريقتين تتمثل الأولى فى الانتشار الذاتى حيث يبذل فيه الكائن المسبب للمرض مجهوداً ذاتياً يودى إلى تحركه وانتشاره، أما الطريقة الثانية فتتمثل فى الانتشار غير الذاتى ويحدث بواسطة عامل الرياح التى تنقل البكتريا المسببة لبعض الأمراض النباتية إلى مسافات قصيرة وبخاصة إذا كانت هذه الرياح محملة بذرات التراب الملوث بالإفرازات البكتيرية، وقد زودت جراثيم كثيرة من جراثيم الأمراض الفطرية

بتركيب خاص يساعد على انتشارها بواسطة الرياح كصغر حجمها، وخفة وزنها، وكثرة عددها، وتحملها للجفاف[1].

وتؤثر العوامل البيئية المختلفة فى انتشار المرض وتحديد مستواه، فيتوقف تقدم المرض من ناحيتى الانتشار والشدة على توافق المسبب والعائل والبيئة، فلكل عامل من عوامل البيئة ثلاث درجات الصغرى والمثلى والقصوى التى ينمو عليها الطفيل، ويتوقف انتشار المرض على مدى انحراف عامل البيئة عن الدرجة المثلى لنمو الطفيل.

وتؤثر ظروف البيئة أيضاً فى التعرض التعددى للمرض وتقدمه فى نواح كثيرة، فقد تؤثر على إنتاج جراثيم الطفيل أو انتشارها أو إنباتها، كما تؤثر فى حدوث الإصابة، أو فى تقدم الطفيل والعائل، وقد تؤثر على استعداد العائل من ناحية مقدرته على مقاومة المرض أو تحمله أو استعادته حالته الصحية.

العلاقة بين عناصر المناخ وأمراض المحاصيل:

يعد المناخ أحد العوامل البيئية المؤثرة فى انتشار الأمراض النباتية، وفى شدة إصابة المحاصيل بها أحياناً، وتعد درجة الحرارة، والضوء، والرطوبة النسبية من أهم عناصر المناخ المؤثرة فى الأمراض النباتية، وهى مرتبة تبعاً لشدة ارتباطها بهذه الأمراض من الأكثر إلى الأقل، وفيما يلى دراسة لتأثير كل منها على أمراض المحاصيل.

١ - تأثير درجة الحرارة على أمراض المحاصيل:

تؤثر درجة الحرارة تأثيراً مباشراً فى التوزيع الجغرافى لأمراض المحاصل، فبعض الأمراض النباتية تتوطن فى المناطق الباردة وبعضها

---

(١) محمود ماهر رجب وآخرون – علم أمراض النبات – مطبعة جامعة القاهرة – ١٩٨٦ – ص ٢٠.

الآخر فى المناطق المعتدلة، والبعض الثالث فى المناطق الحارة، فمرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس Late blight of Potato يعد من أمراض المناطق الباردة وهو يسبب خسائر كبيرة فى المناطق المعتدلة إذا توافرت درجة الحرارة المناسبة فى مواسم الشتاء الباردة، ويعد مرض تجعد أوراق الخوخ من الأمراض التى تسبب أضراراً بسيطة فى المناطق الباردة، إلا أنه يسبب خسائر كبيرة إذا انخفضت درجة الحرارة خلال فصل الربيع بالنطاقات المعتدلة، كذلك مرض صدأ ساق القمح الذى يعد من أصداء المناطق الباردة وتشتد خطورته عقب المواسم الشتوية الباردة فى مصر، أما عقب المواسم الشتوية الدفيئة فتقل الإصابة به، ويعد ذبول الطماطم والكتان والقطن، ومرض البطاطس البكتيرى، ومرض عفن الساق البكتيرى فى الذرة الشامية من الأمراض التى تشتد فى النطاقات الحارة[1].

وتؤثر درجة الحرارة على إنبات جراثيم الفطر من حيث نسبة الإنبات وامتداد هيفات الإصابة وبالتالى تؤثر نسبة نجاح الفطر فى إحداث الإصابة، ففى حالات الإصابة بعفن جذور الذرة الشامية والقمح الناتجة عن طفيل Gibberella Zeae وجد أن درجة الحرارة المثلى لنمو المسبب هى ٢٥°م، ودرجة الحرارة المثلى للإصابة بالمرض ١٦°م فى حالة الذرة الشامية، ٢٨°م فى حالة القمح، أى أن درجة الحرارة المناسبة لنمو الطفيل ليست هى نفسها المثالية للإصابة بالمرض، ويدل ذلك على أن تأثير الحرارة فى سير المرض فى مثل هذه الحالة ليست على نمو الطفيل بقدر ما هو على إضعاف مقاومة العائل، فالملاحظ أنه فى حالة الإصابة فى القمح وهو محصول شتوى تكون الحرارة المثلى للإصابة بالمرض وهى ٢٨°م فوق معدلها الأمثل لنمو محصول القمح وهو ١٥°م، وفى حالة الذرة الشامية وهو محصول يحتاج إلى

---

(١) المرجع السابق – ص ٣٢.

درجة حرارة مرتفعة تكون الحرارة المثلى للإصابة بالمرض وهى ١٦°م دون معدلها الأمثل لنمو المحصول وهو ٢٥°م. كذلك وجد فى حالة إصابة ثمار الموالح بميكروب Pseudomonas Syringae المسبب لتبقع ثمار الموالح تكون درجة الحرارة المثلى لنمو الميكروب ٢٥°م، أما درجة الحرارة المثلى للإصابة بالمرض فهى ١٥°م[١].

نخلص من ذلك إلى أن تأثير درجة الحرارة على الأمراض قد ينتج من تأثيرها على الطفيل، أو من تأثيرها على العائل (المحصول)، فإذا انحرفت درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى للطفيل فإن سير المرض يكون بطيئاً وقد يتوقف، كذلك إذا انحرفت عن الدرجة المثلى لنمو المحصول فإن المرض قد يشتد لتدهور مقاومة المحصول، وعندما تنحرف درجة الحرارة عن درجتها المثلى لنمو الطفيل والمحصول معاً فإن تقدم المرض يتوقف على أى الاثنين أشد تأثيراً بعدم ملائمة درجة الحرارة له. فلو كان المحصول اشتدت الإصابة ولو كان الطفيل خفت الإصابة.

وتؤثر درجة الحرارة على الأمراض الفيروسية، فتحدد انتشارها من حيث الوقت والمكان، وشدتها وطول فترة حضانتها سواء فى الحشرة الناقلة أو فى النبات، وتؤثر فى درجة تركيز جزئيات الفيروس فى المحصول ونوع الأعراض وكذلك فى توزيع سلاسلات الفيروس ومقدار الضرر الذى يصيب المحصول. فمرض إصفرار أوراق الخوخ الفيروسى يقف نشاطه عند درجة حرارة ٢٥°م أو أكثر، ولذلك لا ينتشر هذا المرض فى المناطق الباردة.

٢ - تأثير الضوء علي أمراض المحاصيل:

تؤثر شدة الضوء وطول فترة التعرض له على الإصابة بالأمراض

(١) المرجع السابق – ص ٣٣.

النباتية، فيؤثر الضوء فى طول فترة حضانة الطفيل، أو تجرثم الطفيل، فالضوء غير المباشر أو الظلام يكون أكثر ملائمة لإنبات جراثيم الفطر من الضوء المباشر، كما يؤثر الضوء المباشر فى حيوية معظم البكتريا المسببة للأمراض النباتية، الناتجة عن طفيليات إجبارية كالأصداء يؤثر الضوء على سير المرض بعد حدوث الإصابة بها، ففى صدأ ساق القمح تقل فترة الحضانة ويزداد تكوين الجراثيم بزيادة الضوء.

وتشتد الإصابة فى أمراض عفن الساق والجذر وغيرها كلما قل الضوء، وفى مرض الذبول البكتيرى للبطاطس تشتد الإصابة بزيادة الضوء. وفى الأمراض الفيروسية يشتد المرض فى الضوء الضعيف ويقل حدته فى الضوء القوى[1].

٣ - تأثير الرطوبة النسبية علي أمراض المحاصيل:

تؤثر الرطوبة الجوية وصور التكاثف من أمطار وضباب وندى على حدوث وتقدم الإصابة وتوزيع الأمراض النباتية، وتحتاج جراثيم أغلب الفطريات إلى الرطوبة فى شكل نقاط ماء صغيرة حتى تنبت، وكذلك الحال فى البكتيريا فإن الإصابة لا تحدث إلا فى وجود الماء حيث تكفى قطرات الندى أو الأمطار أو إفرازات النبات لتوفير الكمية اللازمة للطفيل لتحدث الإصابة.

يتضح من العرض السابق لتأثير عناصر المناخ على الأمراض النباتية الطفيلية والفيروسية أن هذه العناصر تحدد نمو ونشاط الطفيليات أو الفيروسات المسببة لأمراض النبات، أى أن العناصر المناخية ليست إلا عاملاً يحدد نشاط الطفيل المسبب للمرض وليست عاملا مسببا له، وتعد العناصر المناخية عاملا مسببا للمرض النباتي اذا انحرفت كل منها عن

(١) المرجع السابق – ص ٢٥.

الدرجات المثلى لنمو المحصول حيث يخل انحرافها بالتركيب الفسيولوجى للمحصول، وتضعف من صفات المحصول على شكل أمراض نباتية تعرف بأنها غير طفيلية. وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم الأمراض النباتية التى يتدخل المناخ فى تحديد نشاط مسبباتها، وفى حدوثها على النحو التالى[١]:

توزيع أمراض المحاصيل الطفيلية التي تحدّد الظروف المناخية نشاطها

هى أمراض تحدث نتيجة لاصابة المحصول بطفيل ما يتوقف نشاطه وتجرثمه على خصائص العناصر المناخية المتخللة موسم نمو هذا المحصول. وتتمثل هذه الأمراض فى مرض لفحة الطماطم والبطاطس، ومرض صدأ ساق القمح، وفيما يلى دراسة لكل منهما:

١- مرض لفحة الطماطم والبطاطس

ينتشر هذا المرض فى جميع أنحاء العالم، وقد كان سببا فى حدوث مجاعة البطاطس الشهيرة فى أيرلنده، عام ١٨٤٥م عندما ظهر بصورة وبائية شديدة فى محصول البطاطس.

والسبب فى مرض لفحة الطماطم يرجع الى فطر Phytophthora infastans وتظهر الاصابة بالمرض على الأوراق على شكل بقع غير منتظمة الشكل مختلفة الأحجام لونها أسود تميل إلى اللون البنى، وعلى الثمار على هيئة بقع مائية تبدو كأنها مسلوقة وتحاط بمنطقة شاحبة اللون[٢].

وتحدث الاصابة بالمرض عندما تنخفض الحرارة الى أدنى درجاتها وترتفع الرطوبة النسبية الى أقصى نسبة لها، ولذلك تكون الليالى الباردة

---

(١) هذا التقسيم من استنتاج المؤلف من واقع مراجعته لجميع الأمراض النباتية والظروف البيئية الملائمة لها الواردة بالمرجعين التاليين:
- John, W., Plant Pathology, New York, 1968.
- محمود ماهر رجب وآخرون – المرجع السابق.

الرطبة أكثر ملائمة للانتاج السريع للقاح، وبالنسبة لحدوث هذا المرض فى الأراضى الزراعية بمصر فأن الظروف المناخية لشمالى مصر تلائمة عن مناخ الوجه القبلى لإرتفاع نسبة الرطوبة بشمالى مصر.

٢- مرض صدأ ساق القمح Slem rust of wheat:

يسبب فطر Puccinia Graminis هذا المرض، وتظهر الاصابة به فى شكل بقع صفراء باهته يعقبها ظهور بترات على الأغماد والسوق(١).

وتظهر الاصابة بالمرض عندما يميل الطقس للدفء وتبدأ درجات الحرارة فى الارتفاع خلال أواخر فصل الشتاء وتكون الظروف أنسب ما تكون ملائمة لاصابة محصول القمح بهذا المرض عندما تتراوح درجة الحرارة بين ١٨ ، ٢٤°م وبحيث يصاحب ذلك رطوبة جوية مرتفعة لذا تبأ الاصابة بالمرض فى شهر مارس وتظهر على شكل بقع صفراء يعقبها ظهور بترات على الأغماد والسوق.

وتعد الرطوبة النسبية عاملا مهما فى تحديد الاصابة بهذا المرض بالمقارنة بدرجة حرارة الهواء(٢).

توزيع أمراض المحاصيل غير الطفيلية التي تسببها الظروف المناخية

وهى أمراض تحدث نتيجة لاختلاف فسيولوچى فى عمليات النبات الحيوية بتأثير من الظروف المناخية السائدة خلال موسم نمو المحصول، وقد يكون ذلك متمثلاً فى انحراف قيم العناصر المناخية المختلفة عن القيم القصوى أو الدنيا الخاصة بكل محصول، مما يؤدى إلى اختلال عمليات الإنبات مثل ارتفاع طول فترة انبات البذرة وظهور البادرة، أو زيادة عمليات النتح وارتفاع معدل فقد المياه من الأوراق والسوق، أو انخفاض سرعة

---

(1) John, W., op. cit, p. 462

٢) محمد ماهر رجب وآخرون – المرجع السابق.

امتصاص النبات للماء والنيتروجين والعناصر الاغذائية الموجودة بالتربة، وغيرها من العمليات الحيوية اللازمة لنمو النبات خلال موسم نموه، وقد يكون هذا الاختلال الفسيولوجى ناتجا عن مهاجمة الحشرات الضارة للمحصول التى يتحدد نشاطها تبعا لخصائص الظروف المناخية المناسبة لها، وخير مثال على ذلك العفن الذى يصيب لوز القطن بسبب مهاجمة دودة اللوز لها.

ويمكن تقسيم هذه الأمراض تبعا لمسبباتها إلى قسمين رئيسيين هما :ـ أمراض المحاصيل الناتجة عن الانحراف فى خصائص العناصر المناخية المناسبة لنمو المحصول، والثانى، أمراض المحاصيل الناتجة عن نشاط الحشرات الضارة الذى تحدده الظروف المناخية المناسبة له.

أولا : أمراض المحاصيل الناتجة عن الانحراف في الظروف المناخية المناسبة لنمو المحصول

وتتمثل فى أمراض خناق القطن الذى يصيب محصول القطن، وتساقط يونيو الذى يصيب محصول البرتقال وفيما يلى دراسة لكل منهما:

١- مرض خناق القطن Sore-Shin of Cotton:

يصيب هذا المرض جميع أصناف القطن، وتحدث الاصابة بالمرض نتيجة الانخفاض الشديد فى درجة حرارة التربة وزيادة رطوبتها وذلك وقت بدء زراعة بذور القطن فى الأرض الزراعية وتحدث الاصابة فى شكل تعفن بذور القطن وموتها وعدم ظهور البادرات(١).

ولا تحتاج مقاومة مرض خناق القطن الى مواد كيميائية لأنه مرض غير طفيلى، وتتمثل المقاومة الوحيدة له فى زراعة محصول القطن فى

---

(١) المرجع السابق.

المواعيد المناسبة له، وعلى هذا الأساس يجب التأكيد على بدأ زراعة بذور القطن فى المواعيد المناسبة.

٢- تساقط يونيو Jone drop:

يصيب هذا المرض أشجار البرتقال، وتحدث الاصابة به عند ارتفاع درجة حرارة الهواء الى أكثر من ٤٠ْم وبخاصة فى الأوقات التى تقل فيها رطوبة التربة وتتناقص مياه الرى فى الوقت الذى تكون فيه الأشجار فى مرحلة نمو الأزهار، وتتمثل الاصابة فى احتراق أوراق أشجار البرتقال وبخاصة صغيرة السن، ويؤثر ارتفاع درجة الحرارة فى الأزهار فتتساقط كما تتساقط الثمار الصغيرة والكبيرة، وقد تقتصر الأضرار أحيانا فى تشويه شكل الثمار(١).

وتتمثل أهم أساليب مقاومة هذا المرض فى محاولة التخفيف من تأثير درجة حرارة الهواء ويتم ذلك برى الأرض الزراعية على فترات متقاربة لزيادة رطوبة التربة الزراعية والاهتمام بخدمة الأشجار.

ثانياً: أمراض المحاصيل الناتجة عن نشاط الحشرات الضارة الذي تحدده الظروف المناخية السائدة

وتتمثل هذه الأمراض فى مرض عفن لوز القطن، وأضرار دودة ورق القطن وفيما يلى دراسة لكل منها:

١- مرض عفن لوز القطن

يصيب هذا المرض لوز القطن الذى يتعرض لمهاجمة الديدان، ويبدأ نشاط دودة اللوز فى أوائل شهر يوليو عندما ترتفع درجات الحرارة مما يساعد على زيادة نشاطها، وتشتد مهاجمة الديدان للوز القطن عندما تتجاوز

---

(١) محمد صبرى السواح – أمراض أشجار الفاكهة وطرق مكافحتها – دار المعارف – ١٩٦٥، ص ٣٤٦.

درجة الحرارة ٣٥ درجة مئوية، ويتوقف مدى انتشار مرض عفن لوز القطن على مستوى تعرض لوز القطن لمهاجمة الديدان والتى يحدد نشاطها طول الفترة التى ترتفع خلالها درجة الحرارة لأكثر من ٣٥ْم.

ويقاوم مرض عفن لوز القطن عن طريق مقاومة ديدان اللوز بانتشالها يدويا من الأرض ومن على الأوراق، وباستخدام المبيدات أيضا وان كانت المقاومة اليدوية تعطى نتيجة أفضل بكثير حيث لا يصل رش المبيدات الى كل جزء من أجزاء محصول القطن حيث تحول الأوراق الكثيفة دون ذلك.

بعض الظواهر المناخية الضارة بزراعة المحاصيل

تتعرض المحاصيل الزراعية للأخطار نتيجة حدوث بعض الظواهر المناخية المعروفة بخطورتها على زراعة المحاصيل، والتى قد تحدث لمدة قصيرة خلال يوم واحد، أو يستمر أثرها لعدة أيام خلال موسم نمو المحاصيل، ومن أهم تلك الظواهر المناخية **الرياح الجافة الحارة المترية والصقيع.**

أذ تسبب **الرياح الحارة** خسائر زراعية ضخمة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية أثناء فترات هبوبها مما يؤدى الى جفاف التربة الزراعية وذبول المحاصيل المزروعة وتساقط ثمارها، ويتسبب **الصقيع** فى تجمد المياه بجسم النبات وتمزق أنسجته واعاقة وصول المياه الى الأجزاء العليا للنبات مما يؤدى إلى ذبول المحاصيل، وموت العديد من المحاصيل الجذرية والدرنية، وتعفن العديد من جذور أشجار الفاكهة.

وسوف نستعرض فيما يلى أثر رياح الخماسين - باعتبارها رياح حارة جافة مترية - على الزراعة فى مصر وبخاصة أراضى الدلتا، وكذلك أثر الصقيع على الزراعة فى أراضى الدلتا.

تعد الفترة الممتدة بين شهرى مارس، مايو هى موسم هبوب الرياح الخماسينية التى تسببها المنخفضات الخماسينية التى تمر فوق الصحراء الغربية، وتتخلل هذه الفترة موسم النمو الزراعى الصيفى حيث تزرع المحاصيل الحقلية الصيفية، ويأتى القطن والذرة فى مقدمتها إلى جانب الخضروات الصيفية وأهمها الطماطم، وحدائق الفاكهة الدائمة ولذلك كانت تلك المحاصيل هى أهم المحاصيل المتأثرة بهبوب رياح الخماسين.

ويعد يناير أقل شهور السنة حرارة حيث تصل درجة الحرارة الدنيا خلاله الى أدنى مستوى لها، لذلك يتوقع حدوث الصقيع خلال شهور فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) لكن توقع حدوثه خلال شهر يناير يكون أكبر بالمقارنة إلى الشهور الأخرى. ويتخلل شهر يناير موسم النمو الزراعى الشتوى حيث تزرع المحاصيل الحقلية الشتوية، ويأتى القمح والفول والبرسيم فى مقدمتها، الى جانب الخضروات الشتوية وأهمها الطماطم، وحدائق الفاكهة، ولذلك كانت تلك المحاصيل هى أهم المحاصيل المتأثرة بحدوث الصقيع.

وتتفاوت نطاقات الدلتا فيما بينها من حيث التأثر بكل من رياح الخماسين وظاهرة الصقيع، وبالتالى تتفاوت فى مدى الخطورة التى تواجه زراعة المحاصيل بسبب تعرضها للظاهرتين، وفيما يلى دراسة لكل من هاتين الظاهرتين ومدى حدوثهما على امتداد دلتا النيل.

أولاً : حالات الجو الخماسينية

يؤدى توزيع الضغط الجوى على غربى ووسط البحر المتوسط خلال فصل الربيع الى ظهور رياح الخماسين التى تهب على الجزء الشمالى من جمهورية مصرالعربية فى مقدمة الانخفاضات الجوية التى تدخل من المحيط الأطلسى وتتحرك تجاه الشرق على طول الساحل الشمالى لأفريقيا، ويحدث ذلك فى فصل الربيع خلال الفترة الممتدة بين شهرى مارس، مايو.

وتهب الخماسين على شمالى مصر فى شكل موجات حرارية نتيجة انخفاضات جوية صغيرة أو فى شكل عواصف رملية تسببها انخفاضات جوية عميقة تمر فوق الهضبة الغربية، ويرجع ارتفاع درجة الحرارة معها وانخفاض الرطوبة النسبية إلى أنها تهب من مناطق صحراوية جافة تتمثل فى صحراء شمال أفريقيا التى ترتبط بنشأة هواء مدارى قارى فوقها يتميز بالجفاف فى الفصل البارد من السنة، وارتفاع درجة الحرارة فى الفصل الدافئ، ولذلك ترتفع درجة الحرارة أثناء هبوبها ويكفهر الجو بالأتربة والرمال، وتأخذ الرياح اتجاها جنوبيا الى جنوبى غربى، ومع ذلك سرعان ما تنخفض درجة الحرارة، وترتفع الرطوبة النسبية فى الهواء بعد مرور المنخفض الجوى لهبوب رياح شمالية باردة فى مؤخرته.

وتستمر هذه الأحوال الخماسينية لمدة يوم وقد تمتد أحيانا الى عشرة أيام، ويتوقف ذلك على مدى اتساع المنخفض الجوى، وخصائص الرياح الحارة التى تهب فى مقدمة المنخفض الجوى فيمكن أن تمكث تلك الرياح لوقت طويل قبل اقتراب مركز المنخفض، وينتهى أثر هذه الرياح بمرور المنخفض الخماسينى وهبوب الرياح الشمالية الباردة فى مؤخرته.

ويمتد تأثير رياح الخماسين على شمالى مصر فى وقت واحد، وقد يمتد تأثرها الى شرق البحر المتوسط وجنوب شرق أوربا، ويتوقف ذلك على مدى اتساع المنخفض الخماسينى، وتتسبب رياح الخماسين فى الحرائق ونقل الآفات والحشرات الضارة بالمحاصيل الزراعية[1].

ويبدأ موسم هبوب رياح الخماسين على شمالى مصر خلال الموسم الزراعى الصيفى وتعد محاصيل القطن والذرة كما أشرنا من أهم المحاصيل الحقلية الصيفية المزوعة، كما تعد الطماطم من أهم محاصيل الخضر

---

(١) تسبب رياح الخماسين بعض أمراض العيون والأنف والحنجرة بالنسبة للانسان.

المزروعة خلال هذه الفترة من السنة، بالاضافة إلى أشجار الفاكهة التى يبدأ موسم نموها مع بداية شهر مارس مثل أشجار الموالح.

الأثار الضارة لرياح الخماسين علي الزراعة

يؤدى ارتفاع درجة حرارة الهواء وانخفاض نسبة رطوبته الى العديد من المخاطر التى يتعرض لها المحاصيل الزراعية، ولعل أهم تلك المخاطر هى الاسراع فى عملية النتح مما يسبب سحب النبات للماء من الأوراق والثمار، ويترتب على ذلك ذبول المحصول وسقوط الثمار، ويتم تقليل هذه الأضرار عن طريق رى المحصول ريات استثنائية أثناء هبوب الرياح الخماسينية لتعريض الفاقد من المياه بالتربة وبالنبات.

ويؤدى ارتفاع درجة حرارة الهواء وانخفاض الرطوبة النسبية أثناء فترة هبوب رياح الخماسين الى أخطار جسيمة تتعرض لها المحاصيل وبخاصة محاصيل الموالح، حيث تصبح ثمار أشجار الموالح كالبرتقال واليوسفى مسلوقة كما يطلق عليها المزارعون أى يحدث لها احتراق أو لفحة شمس تجعل بعضها عديمة القيمة، ويؤدى اسراع النتح الى سحب الأشجار للماء من الثمار مما يترتب عليه تكوين طبقة انفصال فى الثمرة، وهى طبقة ضعيفة من الأنسجة تنفصل الثمرة عندها عندما يهتز الفرع اهتزازا بسيطا.

طرق مقاومة أضرار رياح الخماسين

تتعدد طرق مقاومة رياح الخماسين للحد من أضرارها فيقوم بعض المزارعين برى الأرض ريات استثنائية لتعويض الفاقد من المياه عن طريق سرعة النتح الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية أثناء فترة هبوب الخماسين، وكذا تعويض التربة للفاقد من المياه منها بالتبخر، ويقوم البعض بتقليب التربة بين صفوف المحصول لتهويتها ومحاولة خفض

درجة حرارتها نتيجة لاختلاط حبيباتها السفلى مع الحبيات العليا المعرضة للهواء الساخن، فى حين يقوم البعض ببناء أسوار من البوص أو تعاريش تحيط بالحقول المزروعة بالمحاصيل الحقلية وبحدائق الفاكهة للتقليل من ارتفاع درجة الحرارة واالحد من انتشار الأتربة على سطح التربة الزراعية وعلى أوراق المحاصيل فتتسبب فى إنسداد مسام الأوراق، فى حين لا يقوم بعض الزراع بأى اجراء استثنائى أثناء فترة هبوبها وبخاصة اذا كان المحصول المزروع من المحاصيل الحقلية الشتوية مثل القمح والفول. ويبرر ذلك بأن غالبا ما تهب الخماسين فى نهاية موسم نمو المحصول وفى الوقت الذى أكتمل فيه نضجه وبالتالى لا يتأثر المحصول بخصائص الخماسين ولا تصيبه بالضرر.

ثانيا: ظاهرة الصقيع

الصقيع هو أحد مظاهر التكاثف على سطح الأرض، وهو عبارة عن بلورات من الثلج تظهر فى بعض الليالى أو فى الصباح الباكر على أوراق النباتات وعلى الأجسام الصلبة المعرضة للجو وكذلك تجمد المياه الموجودة فى أوراق النبات وفى ثنايا التربة الزراعية.

ويحدث الصقيع عندما تنخفض درجة حرارة أوزاق النباتات أو الأجسام الأخرى المعرضة للهواء الملامس لها الى درجة الصفر المئوى، أو أقل منها أثناء الليل، حيث تكون حرارة تلك الأجسام قد فقدت بالاشعاع، ويساعد على تكون الصقيع صفاء الجو وخلوه من السحب أثناء الليل حيث يساعد ذلك على تبدد الاشعاع الأرضى وانخفاض درجة حرارة سطح الأرض والهواء معاً الى أدنى درجاتها مما يساعد على تكون الندى، فاذا انخفضت درجة الحرارة الى الصفر المئوى تتحول قطرات الندى سريعاً الى بلورات من الثلج وشرائح من الجليد الرقيق وهى التى تعرف بالصقيع.

ويعرف الصقيع باسم الصقيع الهوائى عندما تنخفض درجة حرارة الهواء الى أقل من الصفر المئوى، ويعرف باسم الصقيع الأرضى عندما تصل درجة الحرارة المسجلة فوق سطح التربة إلى أقل من الصفر المئوى.

ويتوقع حدوث الصقيع فى الأراضى الزراعية المجاورة للترع والمصارف حيث يتزايد بخار الماء العالق فى الهواء فوق تلك المسطحات المائية، ويكفى انحداراً لسطح الأرض يبلغ ٢ْ على الأقل لتساعد الهواء البارد المحمل ببخار الماء على الحركة من فوق تلك المسطحات نحو الأراضى الزراعية.

الآثار الضارة للصقيع علي المحاصيل الزراعية

يعد الصقيع ضاراً بجميع المحاصيل المزروعة حتى التى تتحمل البرودة الشديدة، فانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى بسبب تكون الثلج فى المسافات الموجودة بين الخلايا ويخرج الماء من الخلايا ويتجمد خارجها، ويتكون الثلج فى الخلايا نفسها حيث يدخل فى البرتوبلازم وهذا يؤدى إلى تقطع الأغشية البروتوبلازمية أو انكماشها بسرعة فتموت الخلايا وتموت الخلايا أيضا لسرعة دخول الماء إلى البروتوبلازم عند ارتفاع درجة الحرارة وذوبان الماء المتجمد مما يسبب انتفاخ البروتوبلازم بسرعة كبيرة يكون من نتيجته قتل الخلايا (١).

ويؤدى حدوث الصقيع إلى تجمد المياه فى التربة الزراعية وبذلك يمنع تحرك المياه إلى جسم النبات فتتوقف عملية النتح وتذبل الأوراق والساق تدريجيا باستمرار تعرض المحصول للصقيع، وينتج عن ذلك خسائر زراعية فادحة.

---

(١) فيصل عبد العزيز منسى – المرجع السابق، ص ٢٠٥.

طرق الحماية من الصقيع

تتعدد الطرق المتبعة لمكافحة الصقيع، ومن أهم تلك الطرق هو التدفئة باستخدام مواقد الكيروسين التى تتوسط الحقول الزراعية، واشعالها فى الليالى الباردة خلال شهرى يناير، وفبراير، أو خلال الليالى المتوقع حدوث الصقيع فيها.

ويمكن تركيب مراوح هوائية ذات ارتفاع مختلف يمكن عند تشغيلها تحريك الهواء من أسفل إلى أعلى مما يؤدى إلى تعديل درجات الحرارة السائدة قرب سطح التربة والبعيدة عنها.

وتتعدد طرق مقاومة الصقيع بأراضى دلتا النيل فيقوم بعض المزارعين بحرق القش بغرض رفع درجة حرارة الهواء المحيط بالمحصول المزروع، أو برش كيماوى الورق لتدفئة أوراق النبات بدرجة الحرارة المتولدة بفعل التفاعل الكيميائى، أو نثر السباخ بين صفوف المحصول لتدفئة التربة عند تحلله وليكون حائلا بينها وبين درجة حرارة الهواء الملامس لها، أو بناء أسوار من البوص حول حدائق الفاكهة لتحول دون انسياب الهواء البارد بين الأشجار، ويقوم بعض المزارعين بزراعة بعض محاصيل الخضر بين صفوف محصول الفول الشتوى الذى تكون مقاومته للهواء البارد أكبر من مقاومة محاصيل الخضر له فتحول سيقان محصول الفول دون انسياب الهواء البارد حول محاصيل الخضر، أو يقومون بتغطية الطماطم بقش الأرز، أو رش الطماطم بالكبريت المذاب فى المياه (على حد قولهم) لتدفئة المحصول.

نخلص من العرض السابق إلي أهمية دور المناخ في تكوين التربة الزراعية وتحديد خصائصها وزيادة قدرتها الانتاجية أو خفضها، فهو يؤثر في معدل امتصاص المياه والمواد الذائبة فيها، وفي نشاط الكائنات الحية الدقيقة بها، ونشاط التفاعل الكيميائي بين محتوياتها غير العضوية، وتحلل المواد العضوية.

ويتدخل المناخ في تحديد موسم النمو الزراعي لأي محصول، ولهذا يتباين طوله مكانياً وزمانياً، فالحرارة والمطر والضوء والرياح عوامل أساسية تتدخل في ذلك وجميعها يتباين توزيعها من مكان إلي آخر علي سطح الأرض، ويؤدي هذا التنوع المناخي إلي تنوع محصولي، فلكل محصول مناخ أنسب لزراعته، والمناخ الأنسب يعني إنتاجية أكبر وجودة أعلي وربح أوفر وهو ما تبحث عنه أي خطة زراعية هادفة.

وتتأثر الأمراض النباتية غير الطفيلية والطفيلية التي تصيب المحاصيل الزراعية بالمناخ السائد، فقد يكون سبباً رئيسياً لحدوثها أو عاملاً مساعداً لها، وتتوقف شدة الاصابة بالأمراض ومدي انتشارها علي خصائص عناصر المناخ وبخاصة درجة الحرارة، الضوء، الرطوبة النسبية.

وتتعرض المحاصيل الزراعية للأخطار نتيجة حدوث بعض الظواهر الجوية مثل الرياح الجافة الحارة المترية التي تعرف في مصر بالخماسين، وكذلك الصقيع، وكلاهما يعرض المحاصيل المزروعة لخطر الذبول والموت وتساقط الثمار، وتوقف النبات عن النمو مما يسبب أضراراً جسيمة للعملية الزراعية والخسارة لمستثمريها، ولذلك فمقاومة تلك الأخطار تحتاج لدقة في رصدها وفهم سلوكها حتي نقلل أو نقضي علي أخطارها.

الفصل الخامس

دراسة تطبيقية في المناخ والزراعة (١)

« تحديد المناطق الأنسب مناخياً لزراعة البرتقال في دلتا النيل »

- مقدمة
- المناخ المناسب لنمو البرتقال
- تصنيف أراضي الدلتا تبعاً لملائمتها مناخياً لزراعة أشجار البرتقال

مقدمة:

يعد تحديد النطاق الأنسب لزراعة أى محصول أحد الخطوات الأساسية التى تهدف إلى زيادة متوسط إنتاجية الفدان – أحد أهداف التخطيط الزراعى – ويرسم هذا التحديد الملامح الاقتصادية لزراعة المحصول، فمن الطبيعى أن ينخفض دخل المزارع من الفدان تدريجياً بالابتعاد عن النطاق الأنسب لنمو المحصول المراد زراعته والاتجاه صوب النطاقات ذات الظروف غير المناسبة لنموه، ويكون السبب فى ذلك إما زيادة تكاليف زراعة الفدان تدريجياً بالابتعاد عن النطاق الأنسب أو انخفاض متوسط إنتاجية الفدان من المحصول بالابتعاد عن النطاق الأنسب لنموه.

وتهدف أى سياسة زراعية ناجحة إلى زراعة كل محصول داخل نطاقه الأنسب أو بالقرب منه بهدف زيادة إنتاجية الفدان أو تخفيض التكاليف الزراعية للفدان ليكون من محصلة ذلك ارتفاع العائد الزراعى.

ويعد المناخ أحد أهم المتغيرات البيئية التى تؤثر فى نمو المحاصيل، ويحتاج النمو الأمثل لكل محصول موسماً مناخياً مناسباً له، ويعد تحديد النطاق الأنسب مناخياً لزراعة كل محصول أهم الأسس العلمية التى يجب أن توضع فى الاعتبار عند وضع سياسة التركيب المحصولى أو تعديلها، وتختلف المحاصيل فى احتياجاتها المناخية، وتختلف خصائص العناصر المناخية من مكان لآخر على سطح الأرض، فلكل محصول احتياجات دنيا وعليا من العناصر المناخية ويقع بين هذه الحدود الاحتياجات المناخية الأنسب التى تسمح بأفضل نمو له.

وللمناخ علاقة كبيرة بفلاحة بساتين الفاكهة فهو الذى يتحكم فى تحديد الأنواع والأصناف الممكن زراعتها فى أية منطقة، ويؤثر فى مستوى نمو الساق والفروع والقدرة الكامنة للأشجار على تكوين البراعم الزهرية، وعلى الرغم من أن مقدار المحصول يتناسب طردياً مع القدرة الإنتاجية للتربة إلا أن أصنافه وجودة ثماره تتوقف على مدى ملائمة الظروف المناخية السائدة لمراحل نموه لذا فزراعة المحصول المناسب والصنف المناسب فى النطاق المناسب له مناخياً أساس علمى يساعد على تحقيق أفضل إنتاجية وأعلى مستوى جودة للثمار.

وتعد الموالح من أهم محاصيل الفاكهة المزروعة فى مصر، حيث تبلغ مساحة حدائقها ما يعادل نحو ٥٢,٤٪ من جملة مساحة محاصيل الفاكهة فى مصر، وتعد دلتا النيل أهم النطاقات الزراعية المصرية من حيث تركز حدائق الموالح فى مصر حيث تعادل مساحتها نحو ٧٨,٥٪ من جملة مساحة الموالح المزروعة فى مصر[(١)].

ويأتى البرتقال فى مقدمة محاصيل الموالح المزروعة بدلتا النيل من حيث اتساع المساحة يليه الليمون المالح، اليوسفى، الجريب فروت، والليمون الأضاليا والنارنج، والليمون الحلو.

وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين المناخ وزراعة البرتقال أحد محاصيل الموالح الأكثر تأثراً بالعناصر المناخية وتحديد النطاق الأنسب لزراعته تبعاً لمدى ملائمة الخصائص المناخية لزراعته ليكون بمثابة دليلاً أساسياً يجب أن يوضع فى الاعتبار عند البدء فى زراعة المحصول أو تعديل نطاق زراعته.

تعادل مساحة البرتقال المزروعة بأراضى الدلتا نحو ٤٨,٤٪، ٨٣,٥٧٪ من جملة مساحة حدائق الفاكهة بأراضى الدلتا، وجملة مساحة الموالح بأراضى الدلتا على الترتيب، وهو بذلك يأتى فى مقدمة محاصيل الفاكهة بصفة عامة ومحاصيل الموالح بصفة خاصة من حيث المساحة، وتتوزع مساحة حدائق البرتقال بين نطاقات الدلتا تبعاً لمدى ملائمة أراضيها لزراعته، ومدى القرب والبعد من المدن الرئيسية (مراكز الاستهلاك الرئيسية) ومساحة حدائق الفاكهة الأخرى.

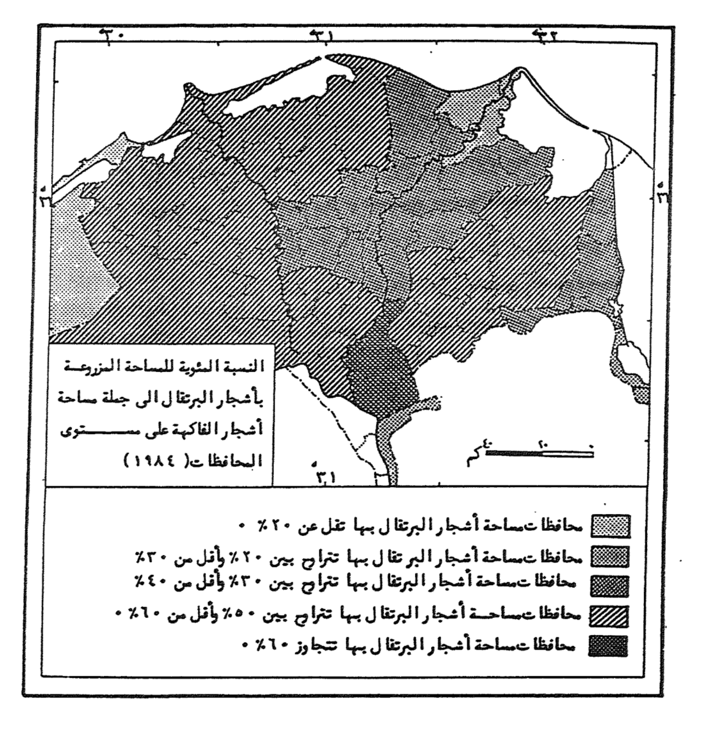
ويزرع البرتقال فى جميع محافظات دلتا مصر وهو من المحاصيل التى تتميز بارتفاع قيمتها الغذائية حيث يحتوى على الڤيتامينات والمعادن فى عصارته والتى يأتى فى مقدمتها ڤيتامين ج الذى يرفع من قدرة جسم الإنسان على مقاومة نزلات البرد. شكل رقم (١٢).

المناخ المناسب لنمو البرتقال:

يتسم موسم نمو أشجار البرتقال بأنه مستمر طوال السنة، ويبدأ إزهار أشجار

---

(١) وزارة الزراعة – الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى – بيانات غير منشورة.



شكل رقم (١٢) توزيع النسبة المئوية للمساحة المزروعة بأشجار البرتقال إلي جملة مساحة أشجار الفاكهة علي مستوي محافظات الدلتا

البرتقال مع بداية شهر مارس ويبدأ جمع الثمار مع بداية شهر نوفمبر وتتوقف سرعة نمو الثمار والنضج المبكر لها على التغير فى خصائص العناصر المناخية خلال هذه الفترة.

وتشترك عدة عناصر مناخية فى التأثير على نمو أشجار البرتقال المزروعة بأراضى الدلتا، وهى درجة حرارة التربة، ودرجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، فتؤثر درجة حرارة التربة على كثافة تشعب جذور الأشجار ومدى قدرتها على امتصاص المياه والنيتروجين من التربة، فى حين تؤثر درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية والرياح والضوء على تكوين الثمار وصفاتها ومدى جودتها. ويعتبر مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة خلال موسم نمو البرتقال أهم العناصر المناخية المؤثرة على سرعة نمو ثمار البرتقال، والمدة التى تستغرقها الثمار فى النضج، ونسبة السكريات المثلى فى الحامض داخل ثمرة البرتقال.

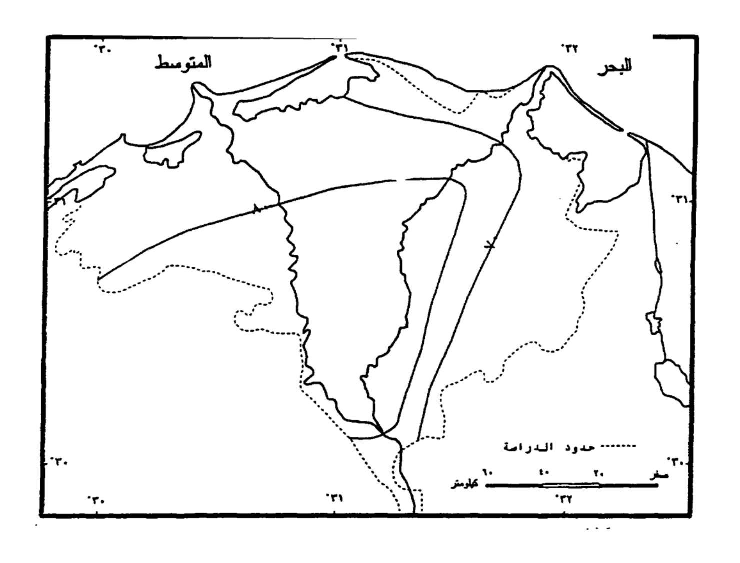
وتحتاج جذور أشجار البرتقال خلال موسم نموها (مارس – نوفمبر) إلى حرارة تربة مرتفعة حتى تزداد قدرتها على انتقال الماء والنيتروجين الموجود فى التربة إلى الأوراق، وقد دلت الدراسات على أنه لايجب أن تنخفض درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م، ولايزيد ارتفاعها إلى أكثر من ٣٥°م على عمق ٢٠ سم من سطح التربة على مدار السنة، ودلت الدراسات أيضاً على أن نمو ثمار البرتقال بجودة عالية يكون فى المناطق التى يزيد فيها مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة إلى أكثر من ٢٠٠٠ درجة مئوية، وتكون متوسطة الجودة فى المناطق التى يتراوح فيها مجموع الوحدات الحرارية الفعالة بين ٢٠٠٠، ١٧٠٠°م، وتكون منخفضة الجودة وتقل فيها نسبة السكر فى الحامض داخل الثمرة فى المناطق التى يقل فيها مجموع الوحدات الحرارية الفعالة إلى أقل من ١٧٠٠°م. وتتحسن صفات الجودة فى ثمار البرتقال فى النطاقات التى ترتفع فيها الرطوبة النسبية فتكون قشرتها أنعم وأرفع، وترتفع كمية العصارة داخل الثمرة.

ويتفاوت توزيع مجموع الأيام التى تنخفض فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م، وكذا يتفاوت مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة والرطوبة النسبية خلال موسم نمو ثمار البرتقال (مارس – نوفمبر) فى أراضى الدلتا الأمر الذى يؤدى إلى تفاوت الخصائص المناخية الملائمة لنمو ثمار البرتقال وبالتالى تفاوت جودة الثمار وإنتاجية الشجرة. ويبين الجدول التالى رقم (٣) ، والأشكال رقم (١٣)، (١٤)، (١٥) توزيع كل من هذه المتغيرات المناخية على شمالى مصر. ويتضح من تتبعها الحقائق التالية:

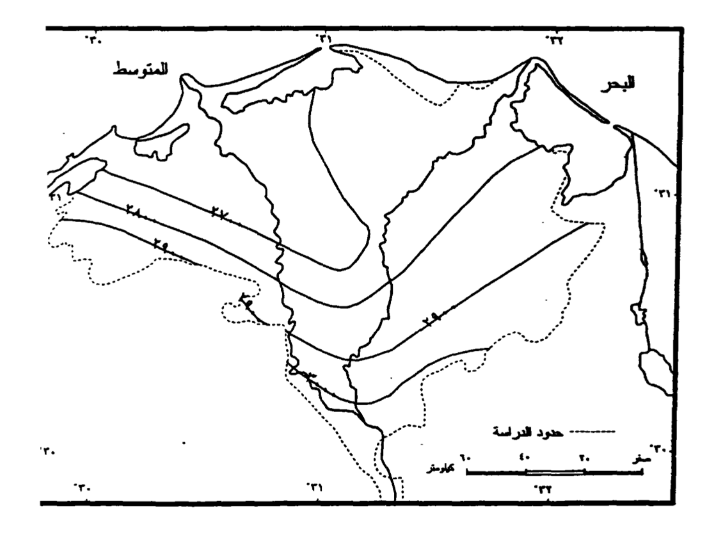
جدول رقم (٣) المتوسطات السنوية لقيم العناصر المناخية السائدة
خلال موسم نمو ثمار البرتقال (مارس - نوفمبر)
موزعة علي بعض محطات الأرصاد الجوية في شمالي مصر

المحطـــة	المتوسط السنوي لعدد الأيام التي انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلي أقل من ١٢°م	المتوسط السنوي لمجموع الوحدات الحرارية المكتسبة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)
اسكندرية	-	٢٦٦٧,٨	٦٨,٤
رشيد	-	٢٧٤٩,١	٦٨,٦
دمياط	-	٢٨١٢,٤	٧٠,٤
بورسعيد	-	٢٩٤٣,١	٦٩,٩
دمنهور	-	٢٧٨٨,٥	-
سخا (*)	٨٠	٢٨١٥,٣	-
المنصورة	-	٢٩١٩,٤	٦٦,٨
الزقازيق (*)	٦٩	٣٠٧٨,٥	٦١,٣
طنطا	-	-	٦٠,٧
القاهرة	-	٣٢٢٩,٦	٥٢,٢
غرب النوبارية (*)	٨٠	٣٠١٧,١	٦٣,٣
فلسطين (*)	٧٨	-	-
الجيزة (*)	٧٢	-	-

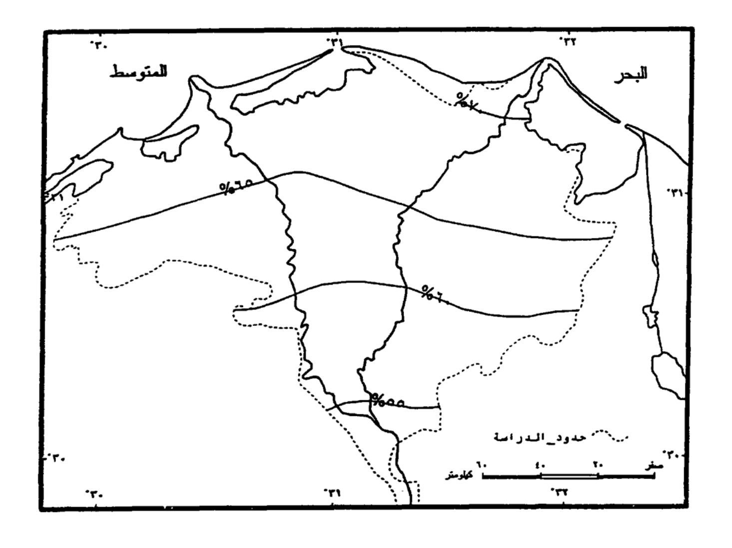
المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المجمعة من الهيئة العامة للأرصاد الجوية.
* محطات زراعية.



شكل رقم (١٣) متوسط عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلي أقل من ١٣°م خلال موسم نمو ثمار البرتقال (مارس - نوفمبر)



شكل رقم (١٤) المتوسط السنوي لمجموع الوحدات الحرارية
المكتسبة خلال موسم نمو ثمار البرتقال (°م)



شكل رقم (١٥) المتوسط السنوي للرطوبة النسبية
خلال موسم نمو ثمار البرتقال

١ – يتراوح المتوسط السنوى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة خلال موسم نمو ثمار البرتقال إلى أقل من ١٣°م خلال الفترة بين شهرى مارس، نوفمبر بين ٦٩ يوماً فى الزقازيق، ٨٠ يوماً فى سخا وغرب النوبارية، بمدى يبلغ ١١ يوماً، وينخفض هذا المتوسط تدريجياً بالاتجاه من منطقة وسط الدلتا نحو الأطراف الهامشية للأراضى الزراعية، ومعنى ذلك أن الآثار الضارة التى يمكن أن تصيب أشجار البرتقال تقل مع الاتجاه نفسه نتيجة تعرضها لدرجات حرارة تربة أقل من ١٣°م وتتمثل هذه الأضرار فى تعرض الجذور للتوقف عن النمو وقلة امتصاصها للماء والنيتروجين من التربة وبطء انتقالها من الجذور إلى الأوراق.

٢ – يتراوح المتوسط السنوى لمجموع الوحدات الحرارية المكتسبة المتاحة خلال موسم نمو ثمار البرتقال بين ٢٦٠٥,٧°م فى الإسكندرية، ٣٠٨٤°م فى القاهرة، ويدل ذلك على أن مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة يقل فى الجهات الساحلية ويزداد تدريجياً بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل.

٣ – يتراوح المتوسط السنوى للرطوبة النسبية خلال موسم نمو ثمار البرتقال بين ٥٢,٢٪ فى القاهرة ، ٧٠,٤٪ فى دمياط ويعنى ذلك أن الرطوبة النسبية تقل تدريجياً بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب على طول امتداد الأراضى الزراعية بالدلتا باتجاه يتوافق مع البعد عن خط ساحل البحر المتوسط، ومعنى ذلك أن جودة ثمار البرتقال من حيث كمية العصارة بالثمار، ونعومة قشرتها، واستدارة الثمرة وعدم تشوه السرة تقل مع الاتجاه نفسه الذى تنخفض فيه الرطوبة النسبية.

تصنيف أراضي الدلتا تبعاً لملائمتها مناخياً لزراعة أشجار البرتقال:

يمكن تقسيم أراضى الدلتا إلى عدة نطاقات تبعاً لمجموع عدد الأيام التى انحرفت فيها درجة حرارة التربة عن الدرجات الدنيا لنمو محصول البرتقال، وإلى نطاقات أخرى تبعاً لمجموع الوحدات الحرارية المكتسبة بكل منها، وإلى نطاقات ثالثة تبعاً لنسبة الرطوبة الجوية بكل منها. وتبين أن مجموع الوحدات الحرارية المكتسبة المتاحة خلال موسم نمو محصول البرتقال المسجلة بنطاقات الدلتا وحدات كافية للحصول على محصول له صفات عالية الجودة، فى حين يؤدى تفاوت الرطوبة النسبية بين نطاقات الدلتا إلى اختلاف صفات ثمار محصول

البرتقال من منطقة إلى أخرى، ويؤدى التفاوت بين نطاقات الدلتا فى عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة عن ١٣°م إلى التفاوت فى مقدرة محصول البرتقال المزروع بكل منها فى مدى نمو الجذور وامتدادها ومقدرتها على امتصاص الماء والنيتروجين من التربة.

وبناء على ذلك يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى عدة نطاقات تبعاً لخصائص محصول البرتقال المزروع بكل منها والتى تمثل انعكاساً للظروف المناخية السائدة خلال موسم نموه والتى تستنتج من تطابق الشكل رقم (١٤) الخاص بتوزيع متوسط عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م ، والشكل رقم (١٥) الخاص بتوزيع متوسط الرطوبة النسبية خلال موسم نمو محصول البرتقال بأراضى منطقة الدراسة، ويكون محصلة ذلك الشكل رقم (١٦) على النحو التالى[1]:

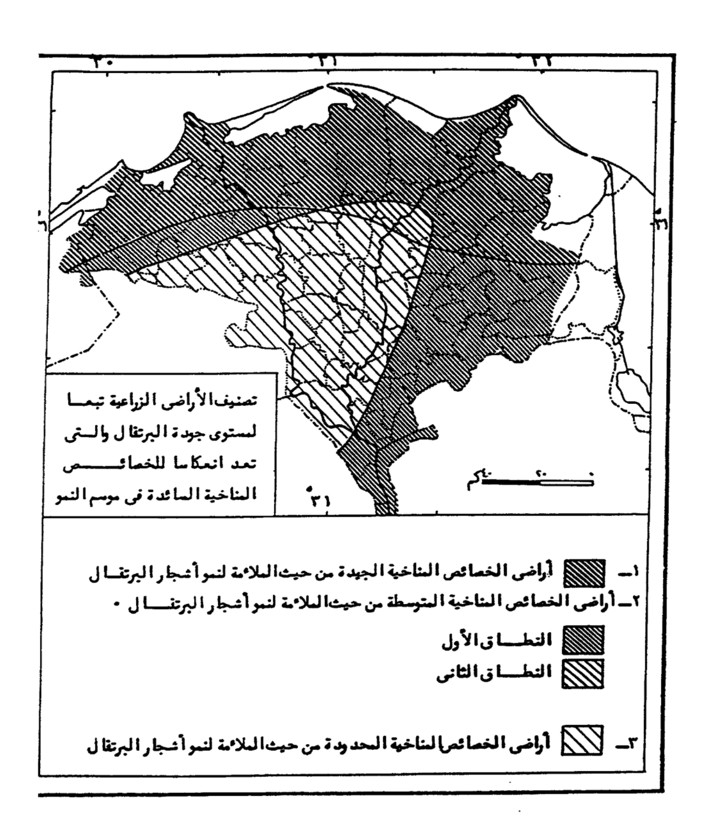
أولاً : نطاق الخصائص المناخية الجيدة من حيث الملاءمة لزراعة البرتقال:

يشمل هذا النطاق الأراضى الزراعية التى يقل فيها متوسط عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م عن ٨٠ يوماً / سنة، ويتجاوز متوسط الرطوبة النسبية ٦٥ ٪، ويضم هذا النطاق الأراضى الزراعية بمحافظة الإسكندرية، وأراضى جميع مراكز محافظة كفر الشيخ ما عدا الأجزاء الجنوبية من مراكز كفر الشيخ وقلين ودسوق، وأراضى محافظة دمياط، وأراضى مراكز بلقاس وشربين ودكرنس ومنية النصر والمنزلة والجهات الشمالية من مراكز طلخا والمنصورة والسنبلاوين بمحافظة الدقهلية، وأراضى مركز أولاد صقر، والأراضى الشمالية من مركزى كفر صقر والحسينية بمحافظة الشرقية.

وتتسم أراضى هذا النطاق بضآلة الآثار الضارة التى يمكن أن تحدث لأشجار البرتقال بسبب الانخفاض المتكرر لدرجة حرارة التربة إلى ما دون ١٣°م، فيقل

---

(١) أرقام إنتاجية محصول البرتقال المذكورة فى هذا الجزء مصدرها:
– وزارة الزراعة – الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى – المصدر السابق.



شكل رقم (١٦) تصنيف أراضي الدلتا تبعاً لملائمتها مناخياً لزراعة أشجار البرتقال

تعرض الجذور للتوقف عن النمو، وتزداد قدرتها على امتصاص الماء والنيتروجين من التربة.

وتتسم أيضاً بارتفاع الرطوبة النسبية مما يؤدى إلى جودة صفات الثمار حيث تتصف بالاستدارة وبزيادة نسبة الحامض بها، ونعومة قشرتها، وكبر حجم السرة وعدم تشوهها حيث تكون مقفلة غائرة داخل الثمرة. ويتراوح متوسط إنتاجية الفدان من محصول البرتقال بهذا النطاق بين ٤,٤ طناً (دمياط)، ١٠,٩ طناً (الإسكندرية).

ثانياً: نطاق الخصائص المناخية المتوسطة من حيث الملائمة لزراعة البرتقال:

ينقسم إلى نطاقين فرعيين:

أ - النطاق الأول:

يضم الأراضى الزراعية التى يقل فيها متوسط عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م عن ٨٠ يوماً / سنة، ومتوسط الرطوبة النسبية نسبة تقل عن ٦٥٪، ويشمل هذا النطاق الأراضى الشمالية من مركزى شبراخيت وحوش عيسى، الجهات الوسطى من مركز دمنهور والجهات الوسطى والغربية من أبو المطامير بمحافظة البحيرة، وأراضى مراكز فاقوس وأبو كبير وههيا والإبراهيمية والزقازيق ومنيا القمح وبلبيس وأبو حماد، والجهات الجنوبية من مركزى الحسينية، والأراضى الجنوبية من مركز كفر صقر بمحافظة الشرقية، وأراضى الجهات الجنوبية الغربية من مركز السنبلاوين بمحافظة الدقهلية، وأراضى مراكز شبين القناطر والخانكة وقليوب والجهات الجنوبية الشرقية من مركز القناطر الخيرية والجهات الغربية من طوخ بمحافظة القليوبية.

وتتسم أراضى هذا النطاق بضآلة الآثار الضارة التى يمكن أن تحدث لأشجار البرتقال بسبب الانخفاض المتكرر لدرجة حرارة التربة إلى ما دون ١٣°م وهى تتفق بذلك مع النطاق السابق. فى حين تتسم هذه الأراضى بانخفاض الرطوبة النسبية مما يجعل الثمار أقل جودة من مثيلاتها فى النطاق السابق حيث تزداد

استطالة الثمار ويقل الحامض بها، وتتسم بخشونة قشرتها، وحدوث تشوه بالسرة حيث تكون بارزة ومفتوحة. ويتراوح متوسط إنتاجية الفدان من محصول البرتقال بأراضى هذا النطاق بين ٥,١ طناً (الزقازيق) ، ٧,٨ طناً (شبراخيت).

ب - النطاق الثاني:

ويشمل الأراضى التى يزيد فيها متوسط عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م عن ٨٠ يوماً / سنة، ويزيد متوسط الرطوبة النسبية عن ٦٥ ٪، وهو نطاق محدود المساحة يضم الأراضى الواقعة فى شمال مركزى المحلة الكبرى وسمنود بمحافظة الغربية، الجهات الجنوبية من مركزى طلخا والمنصورة بمحافظة الدقهلية.

وتتسم أراضى هذا النطاق بتزايد فرص تعرض جذور أشجار البرتقال للتوقف عن النمو لفترات متكررة، وإلى صعوبة امتصاص الماء والنيتروجين من التربة، كما تتسم أراضيها بارتفاع الرطوبة النسبية مما يؤدى إلى جودة صفات الثمار التى تتصف بالاستدارة وزيادة نسبة الحامض بها ونعومة القشرة وكبر حجم السرة وعدم تشوهها، ويتراوح متوسط إنتاجية الفدان من محصول البرتقال بأراضى هذا النطاق بين ٦,١ طناً (المحلة الكبرى)، ٦,٢ طناً (المنصورة).

ثالثاً: نطاق الخصائص المناخية المحدودة من حيث الملائمة لزراعة البرتقال:

ويضم الأراضى الزراعية التى يزيد فيها متوسط عدد الأيام التى انخفضت فيها درجة حرارة التربة إلى أقل من ١٣°م عن ٨٠ يوماً / سنة، ويقل فيها متوسط الرطوبة النسبية عن ٦٥ ٪ لتصل أدناها ٥٠ ٪، ويضم هذا النطاق أراضى مراكز إيتاى البارود وكوم حمادة والدلنجات والجهات الجنوبية من شبراخيت والجهات الغربية ماعدا أقصى شمال مركزى المحلة الكبرى وسمنود، وأراضى محافظة المنوفية، وأراضى مركزى أجا وميت غمر والجهات الغربية من مركز السنبلاوين بمحافظة الدقهلية، وأراضى مركز كفر شكر، وأراضى مركز بنها ما عدا أجزاؤه الشرقية، والجهات الغربية من مركزى طوخ والقناطر الخيرية بمحافظة القليوبية.

وتتسم أراضى هذا النطاق بزيادة فرص تعرض الجذور للتوقف عن النمو بصورة متكررة وتضعف فيها مقدرتها على امتصاص الماء والنيتروجين من التربة بصورة متكررة، وتتسم هذه الأراضى أيضاً بانخفاض نسبة الرطوبة الجوية مما يؤدى إلى ضعف خصائص الثمار حيث تتصف بالأستطالة، وانخفاض نسبة الحامض بها وخشونة قشرتها وتشوه سرتها، ويتراوح متوسط إنتاجية الفدان من محصول البرتقال بهذا النطاق بين ٦,١ طناً (ميت غمر)، ٧,٨ طناً (إيتاى البارود)، ويجب الحرص عند زراعة أشجار البرتقال بهذه الأراضى نظراً لزيادة الأضرار التى تلحق بمحصول البرتقال خلال موسم نموه رغم توافر الوحدات الحرارية المكتسبة فالانخفاض المستمر فى درجة حرارة التربة يقلل من مقدرة الجذور على الامتداد داخل التربة، ويضعف قدرتها على امتصاص الماء والنيتروجين باستمرار، مما يقلل عدد الثمار على الشجرة وبالتالى تعطى محصولاً قليلاً، ويزداد تعرض المحصول بهذه الأراضى لتساقط الثمار نتيجة تعرضها للجفاف باستمرار، كما أنه نطاق تتاخم حدوده الغربية النطاق الصحراوى الغربى مما يعرضه لغزو الموجات الحارة الجافة باستمرار مما يتسبب فى انخفاض الرطوبة النسبية الذى تتسم به أراضى هذا النطاق.

وبعد نخلص من العرض السابق إلي أهمية المناخ في زراعة محاصيل الموالح وبخاصة البرتقال، وأن زراعة البرتقال في الأراضي الأنسب مناخياً لزراعته يقلل من تكاليف الزراعة ويرفع إنتاجية المحصول ويقلل من إصابته بالأمراض، ويرفع من جودة الثمار بالنسبة لما تحتويه من مواد غذائية وفيتامينات، وبالنسبة للشكل واللون والحجم، وبالتالي يزداد العائد الزراعي منه.

دراسة تطبيقية في المناخ والزراعة (٢)
«الأخطار المناخية علي الزراعة في واحة الأحساء»

- مقدمة
- أولاً : انخفاض طول موسم النمو الزراعي.
- ثانياً : الرياح وزحف الرمال نحو واحة الاحساء.
- ثالثاً : التبخر وتملح التربة.

١٥٢

مقدمة :

تعد الاحساء من أكبر واحات شبه الجزيرة العربية، وأهم مناطق العيون المائية الطبيعية بها[1]، وأقدم مراكز الاستقرار البشرى فيها، وهى منطقة الانتاج الزراعى الرئيسية فى المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، ونفذ بها أكبر مشروع للرى والصرف على مستوى المملكة.

وتقع واحة الأحساء فيما بين درجتى عرض ٢٠ ٢٥° ، ٤٠ ٢٥° شمالاً، وخطى طول ٣٠ ٤٩° ، ٥٠ ٤٩° شرقاً، والواقع أن الواحة لا تحتل هذه المساحة الفلكية كاملة حيث تتخذ الواحة امتداداً على شكل زاوية قائمة ـ تقريباً ـ رأسها فى الجنوب الغربى ويمتد محورها الشمالى بطول حوالى ٣٠ كيلو متراً واتساع يتراوح بين ٣ ، ٧ كيلو مترات ويعرف بالواحة الشمالية، ويمتد محورها الشرقى بطول ١٦ كيلو متراً واتساع يبلغ ثمان كيلو مترات فى المتوسط، ويعرف بالواحة الشرقية. شكل رقم (١٧).

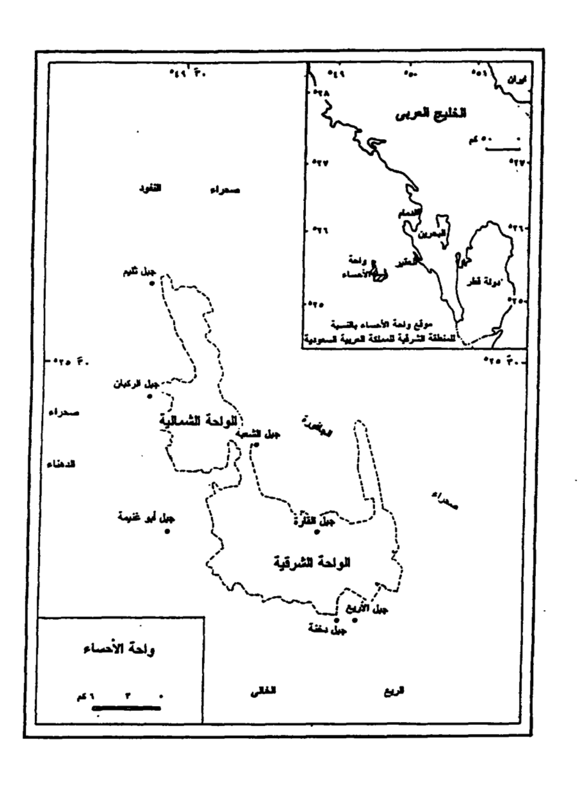
وتقع الأحساء غرب الخليج العربى بحوالى ٧٥ كيلو متراً، وكانت تتصل بالخليج عن طريق ميناء العقير ـ ميناء المملكة الرئيسى على الخليج العربى قبل أن يأخذ ميناء الدمام أهميته الحالية ـ ويربطه بالأحساء طريق برى يصل طوله نحو ١١٠ كيلو متراً.

وتحيط بواحة الأحساء مجموعة من الظاهرات التضاريسية التى تؤثر فى بيئتها وتحدد ملامحها الجغرافية، فتحيط بالواحة مجموعة من الكتل الجبلية الجيرية التى تتراوح ارتفاعاتها بين ٢٠٠ ، ٢٥٠ متر فوق سطح البحر مثل جبل ثليم، جبل الركبان، جبل أبو غنيمة فى الغرب، جبل دخنة، جبل الأربع فى الجنوب، وجبل القارة، جبل الشعبة فى الشرق، فى حين تتخلل هذه الكتل الجبلية الكثبان الرملية التى يتزايد وجودها فى الشمال والشرق ويكون مصدر رمالها فى

---

(١) تشتمل الواحة على حوالى ١٦٢ عيناً طبيعية كما ذكر فى المصدر التالى:

Wokuti., Studies for the Project of Improving Irrigation and Drainage in The Region of AL HASSA, West Germany 1964, Vol3.


الخليج العربى
إيران
٥٠ كم
الدمام
البحرين
العقير
واحة
الأحساء
دولة قطر
موقع واحة الأحساء بالنسبة
للمنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية
صحراء
النفود
جبل ثليم
جبل الركبان
صحراء
الدهناء
الواحة الشمالية
جبل الشعبة
جبل أبو غنيمة
جبل القارة
الواحة الشرقية
جبل الأربع
جبل دخنة
واحة الأحساء
٦ كم
الخالى
الربع

شكل رقم (١٧)

الشمال صحراء النفود، وفى الشرق صحراء الجافورة، وفى الجنوب الربع الخالى، وفى الغرب صحراء الدهناء.

وتعد واحة الأحساء حلقة الوصل البرى بين المملكة ومعظم دول مجلس التعاون الخليجى إن لم تكن جميعها، وهى ترتبط بدورها بمدينة الرياض بطريقين أحدها برى والآخر حديدى مما سهل هذا الاتصال وزاد من أهمية موقعها الجغرافى.

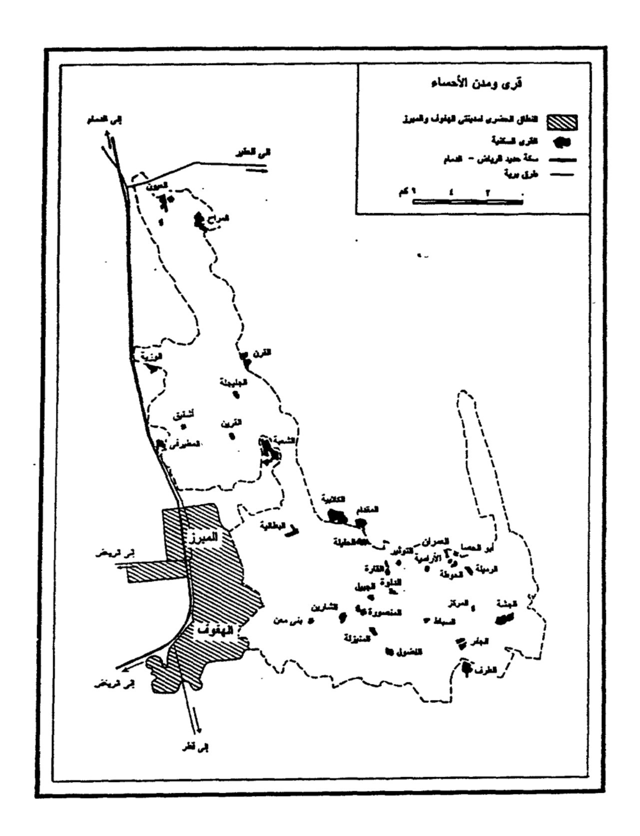
وتبلغ مساحة الأحساء حوالى ٢٧٨ كيلو متراً مربعاً (٢٧٨٠٠ هكتار) وتتوزع داخل هذه المساحة أربع مدن رئيسية وحوالى ٥٠ قرية، وتعد مدينتا الهفوف - عاصمة الأحساء - والمبرز أهم مدن الأحساء حيث تتصلان مكونتان نطاقاً حضرياً يحيط بالركن الجنوبى الغربى للواحة، فى حين تقع كل من مدينة العيون عند النهاية الشماية للواحة الشمالية، ومدينة العمران عند النهاية الشمالية الشرقية للواحة الشرقية، وتتوزع القرى السكنية على كل من الواحتين الثانويتين فالقرى الموجودة بالواحة الشمالية يطلق عليها القرى الشمالية، والقرى الموجودة فى الواحة الشرقية يطلق عليها القرى الشرقية وهى أكثر عدداً من مثيلاتها الشمالية. شكل رقم (١٨).

وتبلغ مساحة الأراضى القابلة للزراعة فى واحة الأحساء حوالى ١٨٠٠٠ هكتار وهو ما يوازى نحو ١٥ ٪ من مساحة الواحة، وتبلغ مساحة الأراضى المزروعة فعلاً حوالى ٨٠٠٠ هكتار وهو ما يعادل نحو ٤٤,٤ ٪ من جملة الأراضى القابلة للزراعة، ونحو ٢٨,٨ ٪ من مساحة الواحة[١]. شكل رقم (١٩).

ويرجع السبب فى انخفاض نسبة مساحة الأراضى المزروعة من جملة مساحة الأراضى القابلة للزراعة إلى تدهور مستوى القدرة الإنتاجية للأراضى الزراعية وتناقص مساحة الأرض الزراعية بسبب ظهور مشاكل زراعية متعددة يأتى فى مقدمتها ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فى التربة الزراعية وارتفاع نسبة الرمل من جملة الحبيبات المكونة للتربة وزحف الرمال على الأراضى الزراعية وانخفاض كفاءة الصرف .

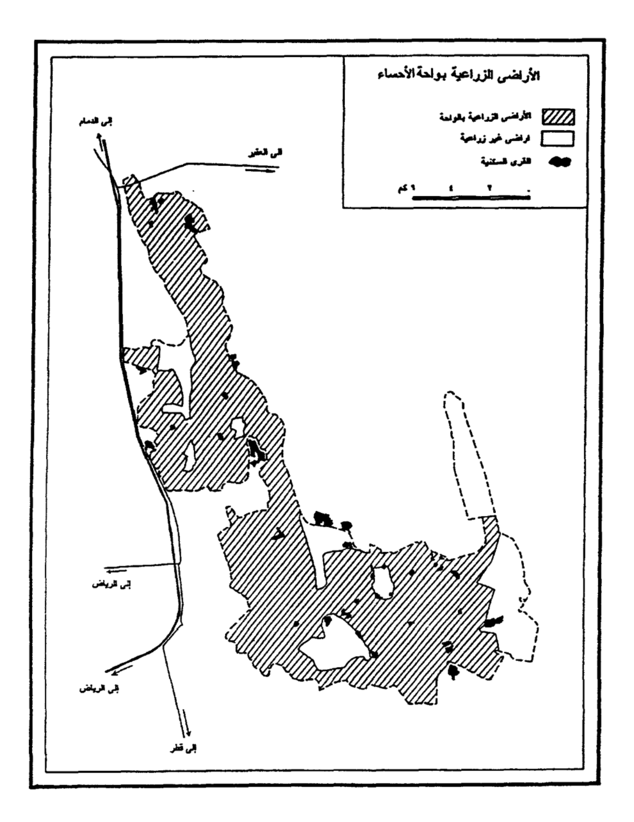
---

(١) هيئة الرى والصرف بالأحساء- الحصر الزراعى الشامل- ١٤١٤ هـ .



قرى ومدن الأحساء
المبرز
الهفوف
إلى قطر
إلى الرياض
الجشة
الشعبة
الكلابية
أبو الحصا
المنصورة

شكل رقم (١٨)



شكل رقم (١٩)

الخريطة من إعداد الباحث اعتماداً على المصدر التالى:

Hassa Irrigation and Drainage Authorioy. Geseral Layout. acale 1 : 4000.

وقد اقيم بالأحساء مشروعان رائدان هدفهما الحفاظ على الأراضى الزراعية ورفع كفاءة الرى والصرف بغرض تحسين القدرة الانتاجية للأرض الزراعية، ويعد مشروع الرى والصرف الذى افتتح عام ١٣٩٢ هـ / ١٩٧١م أهم مشاريع الرى التى استهدفت ضبط مياه العيون الطبيعية بالمملكة بهدف استصلاح وزراعة ١٢٠٠٠ هكتار إضافية وتحققت منه إيجابيات كثيرة، فقد اختفت أساليب الرى التقليدية، وحلت قنوات الرى الاسمنتية محل القنوات الترابية، وضبطت بدقة مناوبات عادلة للرى كما شقت شبكة من المصارف وردمت معظم البرك وغطيت المصارف بالقرب من القرى والمدن حفاظاً عل الصحة العامة[١].

أما المشروع الثانى فهو مشروع حجز الرمال بالأحساء الذى بدأ تنفيذه عام ١٣٨٢هـ / ١٩٦٢م بهدف تسوية الكثبان الرملية الواقعة إلى الشمال من الواحة الشرقية وتغطيتها بالثرى والطين وتشجيرها عى هيئة خطوط أو مصدات متوازية عمودية على اتجاه زحف الكثبان الرملية وفى الاتجاه المواجه له لكى تعوق الزحف الرملى نحو الواحة[٢].

وقد توقف بمرور الزمن - التدفق الطبيعى لمياه العيون والآن وبعد مرور نحو خمسة عشر عاماً على تنفيذ مشروع الرى والصرف توقف تماماً التدفق الطبيعى من جميع العيون المائية بواحه الأحساء وأصبح استخراج المياه الجوفية يتم عن طريق طلمبات رفع مركبة بجوار تلك العيون بحيث تصب المياه المسحوبة فى برك مجاورة للعين الأصلية وتخرج منها قنوات الرى. وكان من محصلة السحب المستمر للمياة الجوفية أن ارتفعت نسبة الاملاح الذائبة فى المياه وتراوحت نسبتها بين ١٤٣٠، ١٧٥٥ جزء فى المليون وهى تترسب بدورها فى ا لتربة الزراعية وتهدد بتملحها[٣].

---

(١) زين العابدين رجب - ولحة الأحساء دراسة فى مواردها المائية وتأثيرها على الاستخدام الريفى للأرض - ندوة أقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية جامعة الأمام محمد بن سعود الإسلامية - الرياض - مارس ١٩٨٧ - ص ٦٧.

(٢) وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية - مشروع حجز الرمال بالأحساء - التقرير السنوى - رجب ١٤٠٥هـ / مارس ١٩٨٥م.

(٣) زين العابدين رجب - المصدر السابق - ص ص : ٥٦ - ٥٧.

وعلى الرغم من مرور حوالى ٣٤ عاماً على بدءِ تنفيذ مشروع حجز الرمال وانخفاض سرعة زحف الرمال نحو الواحة إلا أن المشاهد حقليا استمرار عملية الزحف نحو أراضى الواحة، كما أن المشروع لم يحط بكل جهات الواحة واقتصر على الجزء الشمالى من الواحة الشرقية فقط وبالتالى أستمر زحف الكثبان الرمية يهدد مساحات أخرى من واحة الأحساء، بل أن كثيراً من قنوات الرى والصرف وبخاصة الفرعية منها والموجودة عند أطراف الأراضى الزراعية طمرت بالرمال أو ارتفع منسوب قيعانها مما أدى إلى انخفاض كفاءة الصرف بالأراضى الزراعية، وساهم ذلك بدوره فى كل من مشكلة تملح التربة وارتفاع نسبة الرمل من جملة الحبيبات المكونة للتربة.

ومن ناحية أخرى تتعرض زراعة المحاصيل بالأحساء إلى انحرافات مناخية حادة تؤثر فيها بشكل كبير، ويأتى فى مقدمتها انخفاض طول موسم النمو الزراعى وبخاصة الموسم الصيفى، الذى يتكرر فيه كثيراً ارتفاع درجة حرارة الهواء إلى أكثر من ٣٥ درجة مئوية ـ الحد الأعلى الذى يتوقف بعده النمو الجوهرى للنبات ـ، كما ترتفع معدلات التبخر بشكل كبير جداً يضاعف أحياناً عشرات المرات كميات المطر الساقطة على الواحة، وكل من هاتين الظاهرتين ـ ارتفاع معدلات التبخر وانخفاض كميات المطر الساقطة يرتبطان بارتفاع مستوى الجفاف وتراكم كميات ضخمة من الأملاح فوق الطبقة السطحية للتربة الزراعية بالواحة.

وتساهم اتجاهات الرياح وسرعتها فى عملية زحف الرمال نحو الواحة فالرياح هى القوة المؤثرة فى عملية الزحف الرملى وهى عامل النقل والارساب لحبيبات الرمل التى تستقر فى النهاية على الأرض الزراعية بالواحة، وتغير من خصائص تربتها فيتفكك بناؤها وتتزايد مساميتها وتقل قدرتها على الاحتفاظ بالماء وتقل فيها نسبة المادة العضوية، وكلها عوامل تودى إلى انخفاض القدره الانتاجية للأرض الزراعية.

فمناخ الأحساء إذن يشكل الخطر الرئيسى على الزراعة بأراضيها فانخفاض طول موسم النمو الزراعى، وارتفاع معدلات التبخر لدرجة تفوق أضعاف كميات

المطر الساقطة، وحمل الرياح لحبيبات الرمل وترسيبها على أراضى الواحة كلها عوامل مناخية تؤثر بالسلب على العملية الزراعية بواحة الاحساء وتساهم بشكل رئيسى فى انخفاض حجم التركيب المحصولى، وتملح التربة، وارتفاع نسبة الرمل بها، وبالتالى إلى تصحر واحة الأحساء، الأمر الذى يعوق النشاط الزراعى ويهدد الإنتاج الزراعى بالمنطقة ويؤثر فى التركيب الاقتصادى للسكان والتوجه الأقتصادى المستقبلى لهم، ومن هنا كانت أهمية دراسة تلك العوامل المناخية التى تمثل خطراً رئيسياً على الواحة والتعرف على خصائص كل منها لكى يسهل مقاومتها والتقليل من مخاطرها وهو الهدف الأساسى لهذا البحث.

وقد اعتمد الباحث فى دراسة هذه العناصر المناخية على البيانات المناخية اليومية لمحطة الأرصاد الجوية بالأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ - ١٩٩٤م (عشر سنوات)، وتم تصميم جميع الجداول المناخية الواردة بهذه الدراسة اعتماداً على هذا المصدر[١].

وفيما يلى دراسة لتلك المخاطر المناخية التى تواجه الزراعة بواحة الأحساء.

أولاً : انخفاض طول موسم النمو الزراعي :

يتأثر موسم النمو الزراعى للمحاصيل بالانحراف الذى يحدث لدرجات الحرارة خلال السنة، وقد تعددت الآراء حول الاتفاق على تحديد درجتى الحرارة الدنيا والعظمى التى يبدأ عندها توقف النمو الجوهرى للنبات، فاتفق معظم الباحثين الزراعيين على اعتبار درجة حرارة ٦°م هى الحد الحرارى الأدنى للنمو الجوهرى للنبات، فإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك يبدأ توقف العمليات الغذائية النباتية وبالتالى يتوقف نمو النبات حيث تبدأ المياه المختزنة بالتربة فى التجمد ويتوقف انتقال الماء والعناصر الغذائية إلى جسم النبات الذى يتعرض للذبول، واعتبرت درجة حرارة ٣٥°م الحد الأعلى للنمو الجوهرى للنبات فإذا ارتفعت الحرارة عن ذلك تعرض النبات للخطر بسبب ارتفاع

---

(١) - Kingdom of Saudi Arabia, Meteorology & Environmental Protection Administration, Scientific Information and Documention center, surface monthly climatological Report. (1985 - 1994).

معدلات التبخر فتفقد التربة جزءاً كبيراً من مياهها وتعظم عملية النتح ويتعرض جسم النبات للذبول والموت[1].

وعلى هذا الأساس فإن انحراف درجة الحرارة عن هذين الحدين يشكل خطراً كبيراً على عملية نمو المحاصيل وبالتالى انتاجيتها، فترتبط إنتاجية المحاصيل ومستوى جودتها عكسيا مع مجموع عدد الأيام التى تتعرض خلالها درجات الحرارة إلى أقل من ٦ م أو إلى أكثر من ٣٥ م ولكن يتعرض نموها للسكون ثم الذبول والموت إذا ما استمر ذلك طويلا.

ويتفاوت عدد الأيام التى يحدث خلالها انحراف حرارى إلى دون ٦ م أو إلى أكثر من ٣٥ م على واحة الأحساء من شهر إلى آخر ومن عام لآخر، وتتفاوت بذلك خطورة هذا الانحراف الحرارى وتأثيره على النمو الجوهرى للنبات بين موسم زراعى وآخر، وللتعرف على مدى حدوث ذلك نتتبع أرقام الجدول التالى رقم (٤) ونستخلص منه الحقائق التالية:

١- اقتصر انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى دون ٦ م فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ على الشهور يناير، فبراير، ديسمبر، وهى شهور فصل الشتاء وتراوح المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٦ م بين ٣,٧ يوما (يناير)، ٢,١ يوما (فبراير) ويوما واحدا فى ديسمبر، وانخفضت درجة الحرارة إلى ما دون ٦ م فى شهر يناير خلال جميع السنوات فى الفترة الممتدة بين عام ١٩٨٥-١٩٩٤ ما عدا سنوات ١٩٨٧، ١٩٩٤، فى حين انخفضت فى شهر فبراير خلال أربع سنوات فقط هى ١٩٨٥، ١٩٨٩، ١٩٩٢، ١٩٩٣، بينما انخفضت فى شهر ديسمبر على مدى سنوات الفترة نفسها ما عدا سنوات ١٩٨٥، ١٩٨٦، ١٩٩٢، ١٩٩٣. ويدل ذلك على أن الموسم الزراعى الشتوى بواحة الأحساء يتعرض لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٦ م بشكل أكبر فى يناير عن مثيله فى فبراير وديسمبر.

---

(١) - Smith, K., Principlea of Applied Climatology, England, 1975, pp 86 - 89.

جدول رقم (٤)

توزيع عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة إلي أقل من ٦°م والتي ارتفعت فيها إلي أكثر من ٣٥°م في واحة الأحساء علي شهور السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ - ١٩٩٤م.

السنة / الشهر	١٩٨٥		١٩٨٦		١٩٨٧		١٩٨٨		١٩٨٩		١٩٩٠		١٩٩١		١٩٩٢		١٩٩٣		١٩٩٤		المتوسط	
	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢
يناير	١	-	٥	-	-	-	٨	-	٢٠	-	٦	-	٣	-	١٦	-	١٤	-	-	-	٧.٣	-
فبراير	٣	-	-	-	-	-	-	-	١١	-	-	-	-	-	٣	-	٤	-	-	-	٢.١	-
مارس	-	٣	-	٨	-	١	-	٣	-	٢	-	٢	-	-	-	-	-	٤	-	١	-	٢.٤
أبريل	-	١١	-	٣٠	-	١٥	-	١٠	-	١٤	-	١٠	-	١٩	-	١١	-	٨	-	١٤	-	١٤.٢
مايو	-	٢٩	-	٣٠	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٢٨	-	٣٦	-	٣٠	-	٣٦	-	٢٨	-	٢٩
يونيو	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠
يوليو	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١
أغسطس	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١
سبتمبر	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠
أكتوبر	-	٢٠	-	٢٤	-	١٧	-	٢٩	-	٢٤	-	٢٧	-	١٩	-	١٥	-	٢٥	-	٢١	-	٢٢.١
نوفمبر	-	-	-	-	-	١	-	-	-	٢	-	-	-	١	-	-	-	٢	-	٢	-	.٨
ديسمبر	-	-	-	-	١	-	٢	-	-	-	٤	-	٣	-	٣	-	٣	-	-	-	١	-
الإجمالي	٤	١٨٥	٥	٢١٤	١	٢١٨	١٠	٢٢٦	٣١	١٩٥	١٠	١٨٩	٦	١٨٧	٤	١٧٨	١٨	١٧٨	٨	١٨٨		
موسم النمو* يوماً	١٧٦		١٤٦		١٣٠		١٣٩		١٦٦		١٧٢		١٨٤		١٧٠		١٧٠		١٦٩			
موسم النمو %	٤٨.٢		٤٠.٠		٤٠.٠		٣٥.٥		٣٨.١		٤٥.٥		٤٧.١		٥.٣		٤٦.٦		٤٦.٣			

* ناتج طرح مجموع عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة إلى أقل من ٦°م والتي ارتفعت فيها درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٥°م من إجمالي عدد أيام السنة.

٢- يتراوح المجموع السنوى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٦°م بين يوم واحد (عام ١٩٨٧)، ٣١ يوما (عام ١٩٨٩) وبمتوسط سنوى يبلغ ١١,٦ يوما، وهو ما يدل على تعرض المحاصيل الشتوية لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٦°م بشكل متوسط يؤثر فى انتاجيتها ومستوى جودتها.

٣- أقتصر تجاوز درجة الحرارة ٣٥°م فى واحة الاحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ على شهور الفترة الممتدة بين مارس، نوفمبر حيث حدث ذلك بشكل نادر خلال شهرى مارس (بمتوسط ٢,٤ يوما)، نوفمبر (بمتوسط ٨, يوما)، فى حين يحدث ذلك بشكل أكبر خلال شهرى أبريل (بمتوسط ١٤,٢ يوما)، أكتوبر (بمتوسط ٢٢,١ يوما)، بينما ترتفع درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م فى جميع أيام الفترة الممتدة بين شهرى مايو، سبتمبر حيث يتراوح متوسط عدد هذه الأيام بين ٢٩ يوما، ٣١ يوما ويدل ذلك على أن فصل الصيف هو فصل الانحراف الحرارى عن الحد الأقصى للنمو الجوهرى للمحاصيل.

٤- يتضح من مقارنة المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٦°م (يوما واحدا،٧,٣ يوما) خلال شهور الشتاء، والمتوسط الشهرى لعدد الأيام التى ارتفعت فيها درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م (٨ يوما، ٣١ يوما) خلال شهور الربيع والصيف والخريف، أن الموسم الشتوى هو أفضل مواسم الزراعة مناخيا من حيث نمو المحاصيل فى واحة الأحساء فى حين يعد الموسم الصيفى غير مناسب مناخياً لزراعة المحاصيل حيث تتعرض المحاصيل فيه بشكل كبير لخطر ارتفاع درجة الحرارة الى أكثر من ٣٥°م، فيقل ويضعف ويتوقف نمو المحاصيل خلاله، ويعنى ذلك أن الناتج الزراعى الشتوى يكون أفضل من مثيله الصيفى وأن الأحساء منطقة إنتاج واستهلاك للمحاصيل الشتوية ولكنها منطقة استهلاك فقط للمحاصيل الصيفية التى تصلها من الأقاليم الشمالية بالمملكة أو من خارج المملكة.

وقد أثر ذلك فى سياسة التركيب المحصولى بالأحساء خاصة والمنطقة الشرقية للمملكة عامة حيث تمثل مساحة المحاصيل الشتوية نحو ٦٧,٩٪ من جملة المساحة المحصولية بالمنطقة الشرقية، فى حين تعادل مساحة المحاصيل الصيفية ١٤,٩٪ من الجملة نفسها[١].

(١) وزراة المالية والأقتصاد الوطنى بالمملكة العربية السعودية - مصلحة الاحصاءات العامة - الكتاب الاحصائى السنوى ١٤١٥ هـ / ١٩٩٤م.

٥ - يتراوح المجموع السنوى لعدد الأيام التى ارتفعت فيها درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ بين ١٧٨ يوما (عام ١٩٩٢) وهو ما يعادل نحو ٨٤,٦٪ من اجمالى عدد أيام السنة، ٤٨,٦ يوما (عام ١٩٨٨) وهو ما يعادل نحو ٦١,٧٪ من الجملة نفسها ويعنى ذلك أن حوالى نصف العام ترتفع فيه درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م ويعد ذلك غير مناسب للزراعة فى واحة الأحساء حيث تتعرض المحاصيل فيه للذبول وتوقف النمو.

٦- تراوح طول موسم النمو الزراعى فى واحة الأحساء - المناسب مناخيا للزراعة - بين ١٣٠ يوما (عام ١٩٨٨) وهو ما يعادل نحو ٣٥,٥٪ من إجمالى عدد أيام السنة، ١٨٤ يوما (عام ١٩٩٢) وهو ما يوازى ٥٠,٣٪ من الجملة نفسها وهو موسم قصير يكاد يقتصر على الموسم الشتوى فقط، ولا يعنى ذلك أن زراعة المحاصيل الصيفية تنعدم فى الواحة ولكن مستوى جودتها ينخفض للغاية بسبب الظروف الحرارية السائدة غير المناسبة لعملية النمو.

ويتضح من العرض السابق مدى تعرض الزراعة فى واحة الأحساء لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٦°م، وهو خطر محدود بالقياس مع تعرضها لخطر الارتفاع فى درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٥°م حتى أن موسم النمو الزراعى الأنسب مناخياً يتراوح طوله بين نحو ٣٥,٥٪، ٥٠,٣٪ من إجمالى عدد أيام السنة وبمعنى آخر بين حوالى ثلث ونصف السنة وهو ما يعكس الانخفاض الكبير فى طول موسم النمو الزراعى الأنسب مناخياً فى واحة الأحساء.

ثانياً : الرياح وزحف الرمال نحو واحة الأحساء :

تحاط واحة الأحساء بحكم موقعها الجغرافى بالارسابات الرملية من جميع الجهات، فإلى الشمال منها تمتد رمال النفود وإلى الشرق منها تمتد رمال الجافورة وإلى الجنوب منها تمتد رمال الربع الخالى وإلى الغرب منها تمتد رمال الدهناء، وتعد كل من النفود والجافورة المصدرين الرئيسيين لرمال الأحساء حيث تمتد الرمال على هيئة كثبان رملية تقع فى مواجهة الواحة إلى الشمال والشمال الشرقى منها (النفود) وإلى الشرق منها (الجافورة). شكل رقم (٢٠).

وتتأثر الأحساء بهبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية معظم فترات السنة وتتحول إلى شمالية غربية فى بعض شهور الشتاء بسبب تأثر الأحساء بمرور المنخفضات الجوية الآتية من الغرب، وتحمل الرياح الأترية والرمال عند عبورها النطاقات الصحراوية فى طريقها إلى الأحساء ولهذا كانتا النفود فى الشمال والجافورة فى الشرق المصدرين الرئيسيين لرمال الأحساء، وتعد النفود المصدر الأهم حيث يصل إلى الواحة من هذه الصحراء كل عام آلاف الأطنان من الرمال التى تسفيها من جهة الشمال الرياح الشمالية والشمالية الغربية التى تشتد وطأتها خلال فصلى الربيع والصيف[1].

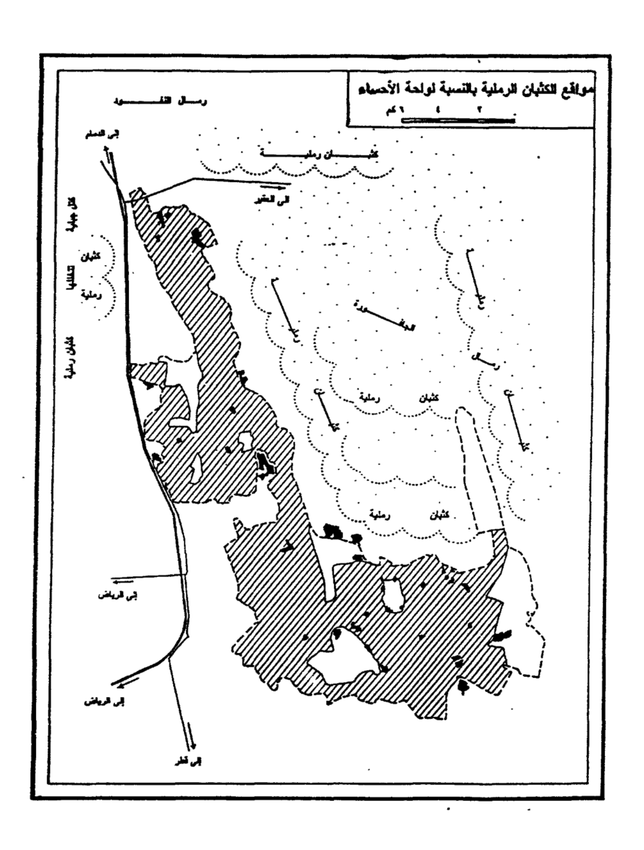
ويتمثل الضرر الذى تسببه الرياح بما ترسيه من رمال على الأراضى الزراعية بولحة الأحساء فى زيادة نسبة الرمل بالتربة الزراعية الذى يكون من محصلته تحول لون التربة إلى اللون الأصفر وعدم تماسك ذراتها وتحول نسيجها إلى نسيج خفيف متفكك، وزيادة مساميتها فتزداد سرعة حركة المياه خلالها وتسربها إلى باطن الأرض وبالتالى تقل قدرتها على الاحتفاظ بالماء مما يعوق امتصاص النبات للماء الموجود فى التربة، كما ترتفع نسبة الأملاح بالتربة وتقل المادة العضوية بها ويترتب على ذلك انخفاض القدره الانتاجية للتربة الزراعية وانخفاض مستوى جودة المحاصيل المزروعة بها.

ويؤثر كل من اتجاه الرياح وسرعتها فى حركة الزحف الرملى نحو واحة الأحساء[2]، وتتفاوت اتجاهات الرياح وسرعتها خلال شهور السنة مما يؤدى إلى تفاوت كميات الرمال الزاحفة أو المنقولة إلى واحة الأحساء من شهر إلى آخر، ومن مكان إلى آخر، وسوف نقوم بدراسة كل من اتجاه الرياح وسرعتها على النحو التالى :

---

(١) يحيى محمد شيخ أبو الخير - زحف الرمال بمنطقة الأحساء - نشرة الجمعية الجغرافية الكويتية - العدد رقم ٦٤ - ابريل ١٩٨٤م - ص ١٠.

(٢) تشترك عوامل أخرى مع الرياح فى التأثير على حركة الزحف الرملى منها حجم الحبيبات الرملية، ودرجة خشونة السطح، وجفاف أو رطوبة التربة الرملية.


مواقع الكثبان الرملية بالنسبة لواحة الأحساء
٢ ٤ ٦ كم
رمـــال النفـــــود
إلى الدمام
كثبـــــان رمليـــــة
إلى العقير
كثبان رملية
كثبان رملية
كثبان رملية
إلى الرياض
إلى الرياض
إلى قطر

شكل رقم (٢٠)

أ) اتجاه الرياح السائدة بواحة الأحساء :

يوضح الشكل رقم (٢١) توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة فى واحة الأحساء على شهور السنة خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ونستنتج من تتبعه الحقائق التالية :

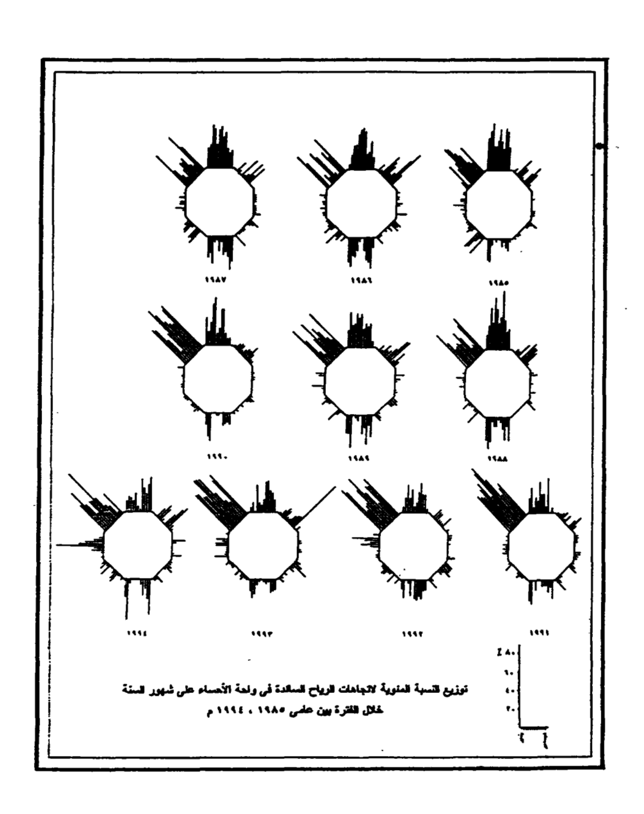
١ـ تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تأثيراً فى واحة الأحساء حيث تتراوح نسبة هبوبها بن ٣,٣٪، ٨٠,٦٪ خلال الفترة بين عام ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، يليها الرياح الشمالية التى تتراوح نسبة هبوبها بين ٣,٢، ٥١,٦٪ خلال الفترة نفسها، يليها الرياح الشمالية الشرقية التى تتراوح نسبة هبوبها بين ٣,٢٪، ٤٣,٣٪ خلال الفترة نفسها.

وتنخفض نسب هبوب اتجاهات الرياح الأخرى عن النسب السابقة فتتراوح بين ٣,٢ ، ٣٨,٧٪ فى الرياح الجنوبية، ٣,٢٪، ٦,٢٪ فى الرياح الغربية[١]، ٣,٢٪، ٢٢,٦٪ فى ا لرياح الجنوبية الغربية، ٣,٢٪، ١٦,١٪ فى الرياح الشرقية والرياح الجنوبية الشرقية. ويدل ذلك على سيادة الرياح الشمالية بأنواعها على واحة الأحساء خلال شهور السنة بالمقارنة بالاتجاهات الأخرى للرياح.

٢ـ تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تكراراً فى هبوبها على واحة الأحساء حيث لم يسجل هبوبها فى شهر واحد فقط خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ (١٢٠ شهراً)، فى حين لم يسجل هبوب الرياح الشمالية فى شهرين خلال الفترة نفسها، ولم يسجل هبوب الرياح الجنوبية فى ١٩ شهراً خلال للفترة نفسها، ولم يسجل هبوب الرياح الشمالية الشرقية فى ٢٣ شهراً خلال الفترة نفسها، ولم يسجل هبوب الرياح الجنوبية الغربية فى ٣٨ شهراً خلال الفترة نفسها، ولم يسجل هبوب الرياح الغربية فى ٤٨ شهراً خلال للفترة نفسها، ولم يسجل هبوب الرياح الشرقية، والجنوبية الشرقية فى ٥٠ شهراً خلال الفترة نفسها، ويدل ذلك عى انتظام هبوب الرياح الشمالية الغربية والشمالية فى حين يقل هذا الانتظام فى حالة الرياح الجنوبية والشمالية الشرقية، ثم يقل جداً فى حالة الاتجاهات الأخرى للرياح .

---

(١) خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٣ فى حين سجلت أعلى نسبة ٥٠٪ فى يونيو ١٩٩٤م.



توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م

شكل رقم (٢١)

٣- ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية الغربية والرياح الجنوبية خلال شهور الشتاء بالمقارنة بباقى شهور السنة، فى حين ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية خلال شهور الصيف، ويدل ذلك عى تأثر الواحة بمرور المنخفضات الجوية فى فصل الشتاء حيث يتغير اتجاه الرياح أثناء مرورها من الشمال الغربى إلى الغربى ثم الجنوبى الغربى فالجنوبى، فى حين تتأثر الواحة بالرياح التجارية الشمالية الشرقية خلال فصل الصيف.

ويتضح من العرض السابق أن الرياح الشمالية بأنواعها يليها الرياح الجنوبية هى أكثر أنواع الرياح سيادة فى واحة الأحساء، وأن الرياح الشمالية الغربية هى أكثر تلك الأنواع تأثيراً فى واحة الأحساء، وكما ذكر من قبل فإن هذه الرياح تمر على نطاقات صحراوية رملية قبل وصولها إلى الأحساء ومعنى ذلك أنه فى حالة ما إذا كانت هذه الرياح قادرة على حمل الرمال - ويتوقف ذلك على سرعتها - سوف تتعرض الواحة لزحف رمال النفود بواسطة الرياح الشمالية الغربية والشمالية، ورمال الجافورة بواسطة الرياح الشمالية الشرقية، ورمال الربع الخالى بواسطة الرياح الجنوبية، وسوف تتزايد كمية الرمال الزاحفة من النفود والربع الخالى خلال شهور الشتاء، فى حين تتزايد كميات الرمال الزاحفة من الجافورة خلال شهور الصيف.

ب) سرعة الرياح الهابة علي واحة الأحساء :

يتناسب معدل زحف الرمال تناسباً طردياً مع سرعة الرياح بالإضافة إلى تأثرة بحجم الذرات وكثافتها النوعية وكثافة الهواء[١]، وهناك نوعان من الزحف الرملى: الأول هو الانسياق الرملى. أى حركة أو زحف الحبيبات الرملية فوق أسطح الكثبان الرملية عندما تصل سرعة الرياح إلى ٥,٥ متراً فى الثانية، والثانى هو زحف الكثبان الرملية والتى تبدأ عندما تزيد سرعة الرياح عن ٩ أمتار فى الثانية. ويعد الانسياق الرملى أخطر من زحف الكثبان الرملية وذلك لأن الانسياق يحدث عند سرعة بطيئة للرياح (٥,٥ م/ث)

---

(١) محمد صبرى محسوب – المشكلات الجيومورفولوجية بالبيئة الزراعية فى واحة الأحساء – نشر البحوث الجغرافية – كلية البنات – جامعة عين شمس – العدد ٨ ، ص ١٨.

وتستطيع الرمال التحرك لمسافات أطول من تلك التى تقطعها الكثبان الرملية[1].

فسرعة الرياح إذن هى العامل المحدد لمستوى الزحف الرملى على واحة الأحساء، وتتفاوت هذه السرعة من وقت إلى آخر خلال شهور السنة وتعد سرعة الرياح التى تنخفض عن ٥,٥ متراً فى الثانية ليست ذات خطورة على الواحة فعندها لا تكون الرياح قادرة على حمل ذرات الرمال فى طريقها إلى الأحساء، ولذلك كان من الأهمية التعرف على مدى تجاوز سرعة الرياح لسرعة مقدارها ٥,٥متراً فى الثانية لتحديد مدى خطورة ذلك عى الأراضى الزراعية بالواحة وهو ما يتضح جليا عند تتبع أرقام الجدول التالى رقم (٥) الذى يوضح توزيع عدد الأيام التى هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ٥,٥ متراً فى الثانية خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ . ونستنتج من أرقامه الحقائق التالية :

١- يبلغ المتوسط السنوى لعدد الأيام التى ارتفعت فيها سرعة الرياح إلى أكثر من ٥,٥ متراً/ثانية ١٣٨,٢ يوماً خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤، وقد تراوح المجموع السنوى لعدد هذه الأيام بين ١١٧ يوماً (عام ١٩٨٦) وهو ما يعادل نحو ٣٢,١ ٪ من جملة عدد أيام السنة، ١٦٧ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو ما يوازى نحو ٤٥,٧ ٪ من الجملة نفسها، ويعنى ذلك أن فترة تتراوح بين ثلث العام تقريباً ونصف العام تقريباً يحدث فيها انسياق رملى نحو واحة الأحساء.

٢- تعد الرياح الشمالية بأنواعها أكثر أنواع الرياح المسببه للانسياق الرملى على واحة الأحساء فقد بلغ المتوسط السنوى لعدد الأيام التى ارتفعت فيها سرعة الرياح الشمالية بأنواعها إلى أكثر من ٥,٥ متر/ثانية، ١٤٤,٣ يوماً خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤، فى حين بلغ المتوسط نفسه ٠,٥ يوماً فى حالة الرياح الشرقية، ١٨,٦ يوماً فى حالة الرياح الجنوبية بأنواعها، ٤,٨ يوماً فى حالة الرياح الغربية.

---

(١) يحيى محمد شيخ أبو الخير – المصدر السابق – ص ١١.

جدول رقم (٥)

توزيع عدد الأيام التي هبت فيها رياح علي واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ٥,٥متر/ثانية علي شهور السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٤م.

السنة / الشهر	١٩٨٥				١٩٨٦				١٩٨٧				١٩٨٨				١٩٨٩			
	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ
يناير	٦	-	١	-	٧	-	١	-	١١	-	٢	-	١٠	-	٣	-	١٠	-	١	-
فبراير	١٥	-	٣	-	٧	-	٥	-	٦	-	٢	-	٨	-	٢	-	٩	-	-	-
مارس	١٥	-	-	-	٥	-	٣	-	٧	-	٥	-	١٣	-	٤	-	٥	-	٤	-
ابريل	١٦	-	١	١	١١	-	٣	١	٧	١	٢	-	١٠	-	٣	-	٤	-	٢	٢
مايو	١٤	-	١	-	٨	-	٣	-	٥	-	١	-	١٦	-	-	١	١٩	-	٣	-
يونيو	٢٣	-	-	٢	١٩	-	-	-	١٧	-	-	-	٩	-	-	-	٢١	-	-	-
يوليو	٢٧	-	-	١	١١	-	١	-	١٢	-	٣	-	١٥	-	١	-	١٧	-	-	-
اغسطس	٩	-	١	-	٧	-	-	-	١١	-	-	-	١٢	-	١	-	١٢	-	-	-
سبتمبر	٨	-	-	-	-	-	١	-	٦	-	-	١	٧	-	-	-	٨	-	-	-
اكتوبر	٦	-	-	-	١	-	-	-	٤	-	١	-	٢	-	١	-	٥	-	٢	١
نوفمبر	٣	-	٢	-	٦	-	٤	-	٩	-	-	-	٨	-	١	-	٥	-	٣	-
ديسمبر	٩	-	٣	-	٨	-	٥	-	٦	-	٢	-	٧	-	١	-	١٠	-	١	-
الإجمالي	١٥٦	-	١٢	٤	٩٠	-	٣٦	١	١٠١	١	١٨	١	١١٣	-	١٧	١	١٢٥	-	١٦	٣

الشهر	١٩٩٠				١٩٩١				١٩٩٢				١٩٩٣				١٩٩٤				متوسط الفترة			
	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ	ش	ق	ج	غ
يناير	١٢	-	٢	-	٩	-	٤	-	١٠	-	٤	-	٣	-	١	٢	٥	-	٦	-	٨٫٣	-	٢٫٦	٠٫٢
فبراير	٧	-	١	-	٩	-	٢	-	١١	-	٢	-	١٠	-	-	-	٩	-	٣	-	٩٫١	-	٢٫٠	-
مارس	١٠	-	٧	-	٨	١	٢	-	٨	-	٣	-	٩	-	١٠	-	٩	١	٢	-	٨٫٩	٠٫٢	٢٫٥	-
ابريل	٩	-	٧	١	١٠	-	٢	-	٨	-	٣	-	١٢	-	-	-	٥	-	٢	-	٩٫٣	٠٫١	٢٫٠	٠٫٥
مايو	١٤	-	-	-	١٧	-	-	١	٨	١	٨	-	١٤	١	٢	١	٨	-	١	-	١٢٫٣	٠٫٢	١٫٩	٠٫٣
يونيو	١٩	-	-	-	١٧	-	١	١	١٢	-	٢	٣	١٧	-	-	١	٨	-	-	١٤	١٦٫٢	-	٠٫٣	٢٫١
يوليو	٢٦	-	-	-	٢٣	-	-	١	١٦	-	-	٥	١٤	-	-	-	٢٣	-	-	٢	١٧٫٩	-	٠٫٥	٠٫٩
اغسطس	١٣	-	-	-	١٨	-	-	-	٩	-	-	-	٨	-	-	-	١٠	-	-	٢	١٠٫٩	-	٠٫٢	٠٫٢
سبتمبر	١٣	-	-	-	٤	-	-	-	٤	-	-	١	٥	-	-	-	٢	-	-	-	٥٫٨	-	٠٫١	٠٫٢
اكتوبر	٥	-	-	-	١	-	-	-	٥	-	-	١	٤	-	-	-	١	-	-	-	٣٫١	-	٠٫٤	٠٫٢
نوفمبر	٥	-	٣	-	١	-	٣	-	٦	-	-	-	٥-	-	١	-	٣	-	٨	-	٥٫١	-	٢٫٥	-
ديسمبر	٤	-	٣	١	٩	-	٥	-	٩	-	٤	١	٣	-	-	-	١١	-	٢	-	٧٫٥	-	٢٫٦	٠٫٢
الإجمالي	١٣٢	-	١٤	٢	١٣٦	١	١٩	٣	١٠٦	١	٣٦	١١	١٠٠	١	١٤	٤	٩٥	١	٢٤	١٨	١١٤٫٣	٠٫٥	١٨٫٦	٤٫٨

ش رياح شمالية بأنواعها

ق رياح شرقية

ج رياح جنوبية بأنواعها

غ رياح غربية

٣- يتراوح عدد الأيام التى ارتفعت فيها سرعة الرياح الشمالية إلى أكثر من ٥,٥ متراً/ثانية بين ٩٠ يوماً (عام ١٩٨٦) وهو ما يعادل نحو ٢٤,٦ ٪ من جملة عدد أيام السنة، ١٥١ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو ما يعادل نحو ٤١,٢ ٪ من الجملة نفسها. وبين لا شئ ويوم واحد فى حالة الرياح الشرقية وبين ١٤ يوماً، ٢٦ يوماً فى حالة الرياح الجنوبية بأنواعها، وبين يوم واحد، ١٨ يوماً فى حالة الرياح الغربية. ويدل ذلك على ندرة حدوث الانسياق الرملى الناجم عن هبوب الرياح الشرقية والغربية، وانخفاض حدوثه الناجم عن هبوب الرياح الجنوبية بأنواعها.

٤- تعظم عملية الانسياق الرملى الناجم عن الرياح الشمالية بأنواعها خلال شهور الصيف بالمقارنة بالشهور الأخرى حيث يرتفع خلال هذا الفصل المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الى ٥,٥ متراً/ثانية ليصل أقصاه فى شهر يوليو (١٧,٩ يوماً)، فى حين ينخفض المتوسط الشهرى لعدد هذه الأيام فى باقى شهور السنة ليصل أدناه فى شهر أكتوبر ٣,١ يوماً. ويعنى ذلك أن عملية الانسياق الرملى الناتج بفعل الرياح الشمالية بأنواعها تصل أقصاها خلال شهور الصيف وتنخفض تدريجيا بعد ذلك لتصل أدناها خلال شهور الخريف ثم ترتفع تدريجيا خلال شهور الشتاء ثم الربيع.

٥- تعظم عملية الانسياق الرملى الناتج بفعل الرياح الجنوبية بأنواعها خلال فصلى الشتاء والربيع حيث يتراوح خلال هذين الفصلين المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الى ٥,٥ متراً/ثانية بين يومين، ٣,٥ يوماً وينخفض المتوسط نفسه ليتراوح بين ٠,١ يوماً، ١,٩ يوماً باقى شهور السنة. ويدل ذلك على أن فعل الرياح الجنوبية بأنواعها يكون محدوداً فى عملية الانسياق الرملى نحو واحة الأحساء.

وكلما زادت سرعة الرياح واشتدت قوتها وزادت قدرتها على حمل الرمال ودفعها نحو الأحساء ازدادت كمية الرمال الزاحفة فى اليوم الواحد وتحول الانسياق الرملى الى زحف رملى، ويوضح الجدول التالى رقم (٦) توزيع عدد

الأيام التى هبت فيها رياح على واحة الاحساء تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية وهى المسببة للزحف الرملى على واحة الاحساء. ونستنتج من تتبع أرقامه ما يلى :

١ـ يتراوح المجموع السنوى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الهابة على الأحساء عن ٩ متر/ثانية خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤م بين ١١ يوماً (عامى ١٩٩٠، ١٩٩٤) وهو ما يعادل نحو ٣٪ من جملة عدد أيام السنة، ٢٧ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو مايوازى نحو ٧,٤٪ من جملة عدد أيام السنة، ويدل ذلك على أن هبوب مثل هذه الرياح على واحة الأحساء يعد محدوداً ولكن فى حالة هبوبها تتحول الحركة الرملية من عملية الانسياق إلى عملية الزحف وهى أقوى بكثير من الأولى.

٢ـ يتراوح المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الهابة على الأحساء عن ٩ متر/ثانية بين ٠,٣ يوماً (سبتمبر)، ٣,٣ يوماً (يونيو) ويزداد المتوسط نفسه فى شهور الربيع والصيف بالمقارنة بشهور الخريف والشتاء، ويدل ذلك على تعظم عملية الزحف الرملى خلال فصلى الربيع والصيف بالمقارنة بباقى فصول السنة.

٣ـ بحساب النسبة المئوية للمجموع السنوى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح التى تهب على واحة الأحساء عن ٩متر/ثانية من المجموع السنوى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح عن ٥,٥متر/ثانية ـ الحد الأدنى لسرعة الرياح المسببة للحركة الرملية ـ يتضح أن هذه النسبة تتراوح بين ٤و٧٪، ١٨,٥٪، ورغم ما يبدو من انخفاض تلك النسب إلا أن الدراسات الجيومورفولوجية دلت على أن كمية الرمال التى تزحف على واحة الأحساء خلال ساعة واحدة بواسطة رياح تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية تفوق الكمية الزاحفة التى تسببها رياح تتراوح سرعتها بين ٥,٥ متراً/ثانية، أقل من ٩ أمتار/ثانية خلال خمسة أيام[1].

---

(١) يحيى محمد شيح أبو الخير – المصدر السابق – ص ص ١٥ – ١٦.

جدول رقم (٦)

توزيع عدد الأيام التي هبت فيها رياح علي واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية علي شهور السنة خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤م

الشهر / السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	المتوسط
يناير	–	١	–	١	–	٣	١	٢	٢	١	١,١
فبراير	٢	٢	١	٢	–	–	١	٤	١	–	١,٣
مارس	–	٢	٥	٥	٢.	٢	–	٥	٦	–	٢,٧
ابريل	١	١	–	١	٣	١	١	٢	٦	١	١,٧
مايو	٨	٢	–	–	٢	٢	٣	٢	٢	–	٢,١
يونيو	٥	٥	٦	١	٤	٣	٣	٣	٢	١	٣,٣
يوليو	٨	١	–	٢	١	–	١	٥	١	٤	٢,٣
اغسطس	–	–	٢	٢	–	–	٢	١	١	٢	١,٠
سبتمبر	–	١	–	–	١	–	١	–	–	–	٠,٣
اكتوبر	–	–	١	–	٢	–	١	–	–	١	٠,٥
نوفمبر	–	١	–	٢	–	–	–	–	١	١	٠,٥
ديسمبر	٣	١	–	–	٢	–	١	–	–	–	٠,٧
اجمالي	٢٧	١٧	١٥	١٦	١٧	١١	١٥	٢٤	٢٢	١١	

ويندر أن تزداد سرعة الرياح التى تهب على واحة الأحساء عن ١١متر/ثانية، وقد حدث ذلك فى أيام متفرقة خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ وهو ما توضحه أرقام الجدول التالى رقم (٧) الذى يوضح توزيع الأيام التى هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية ونستنتج من تتبعها الحقائق التالية :

١- بلغ مجموع عدد الأيام التى هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية ١٩ يوماً خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤، وهو ما يعادل نحو ١,٤ ٪ من مجموع عدد الأيام التى هبت فيها رياح تزيد سرعتها عن ٥,٥ متر ثانية والمسببة لحركة الرمال خلال الفترة نفسها، وهو ما يعكس ندرة هبوب مثل هذه الرياح فقد اقتصر هبوبها فى ٦ سنوات فقط خلال الفترة المذكورة، وتراوح عدد الأيام التى هبت فيها هذه الرياح بين يوم واحد فى عامى ١٩٩٠، ١٩٩٢، ٣ أيام فى عامى ١٩٨٨، ١٩٩١، ٥ أيام فى عام ١٩٩٣، ٦ أيام فى عام ١٩٨٥.

٢- تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر اتجاهات للرياح التى هبت على الأحساء بسرعة تزيد عن ١١ متر/ثانية خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ حيث حدث ذلك خلال ٧ أيام من تلك الفترة المذكورة يليها الرياح الشمالية الجنوبية الغربية (٤ أيام)، ثم الجنوبية الشرقية (يومان) ثم كل من الجنوبية والشمالية الشرقية (يوماً واحداً).

ورغم ندرة هبوب مثل هذه الرياح ذات القدرة الشديدة على حركة الرمال التى تسبب الزحف الرملى فإن كمية الرمال التى تزحف بواسطتها على واحة الأحساء خلال يوم واحد يعادل مقدار ما يزحف خلال ١١ يوماً

جدول رقم (٧)

توزيع الأيام التي هبت فيها رياح علي واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية خلال الفترة بين عام ١٩٥٨، ١٩٩٤م.

العام	التاريخ	سرعة الرياح م/ث	اتجاه الرياح	عدد الأيام كل عام
١٩٨٥	٣ مايو	١١,١	ع غ	
	١١ مايو	١١,١	ع غ	
	٢٠ مايو	١١,٧	ع غ	
	٧ يوليو	١١,٧	ش غ	
	١٠ يوليو	١١,١	ش	
	١٧ يوليو	١١,١	ش غ	٦
١٩٨٨	٢٣ فبراير	١١,١	ع ل	
	٢٣ ابريل	١٣,٣	ع غ	
	٢٤ ابريل	١٢,٥	ش	٣
١٩٩٠	٥ يونيو	١١,١	ش غ	١
١٩٩١	٤ مايو	١١,٧	ش غ	
	٣ يونيو	١١,١	ش غ	
	١٨ أكتوبر	١١,١	ش	٣
١٩٩٢	١٧ ابريل	١١,١	ش ل	١
١٩٩٣	٢٦ ابريل	١١,٧	ش ع	
	٢٧ ابريل	٢٠,٨	ش	
	١٢ مايو	١٢,٥	ش غ	
	٥ مارس	١١,١	ع ل	
	١٢ مارس	١١,١	ع	٥
إجمالي الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م				٢٩

تحت تأثير رياح تتراوح سرعتها بين ٧,١ ، ٤،٨ متر في الثانية(١).

ويتضح من العرض السابق مدى خطورة الآثار الناجمة عن اتجاه وسرعة الرياح الهابة على واحة الأحساء، وقد أشارت بعض الدراسات بأن نحو ثمانين متراً مكعباً من الرمال تزحف كل عام عبر الأراضي الشمالية للأحساء، وهذه الكمية من الرمال الزاحفة قد تطمر كل عام ما يعادل ٧٢٠٠ متر مربع من أراضي الواحة(٢)، وقد قدر الباحثون في شركة أرامكو أنه إذا لم يقم المسئولون بعمل مشروعات للحد من حركة الرمال وزحفها المستمر فإنها سوف تغطي كل واحة الأحساء خلال ٦٠ عاماً(٣). وتوجد شواهد كثيرة تدل على أن مساحات كبيرة بل قرى كاملة كانت تمتد عدة كيلو مترات إلى الشمال من حدود واحة الأحساء الحالية قد طمرت بالرمال واختفت ويعد مسجد جواثا التاريخي الموجود حالياً إلى الشمال بنحو ٥ كيلو مترات من قرية الكلابية داخل نطاق من الكثبان الرملية خير دليل على ذلك.

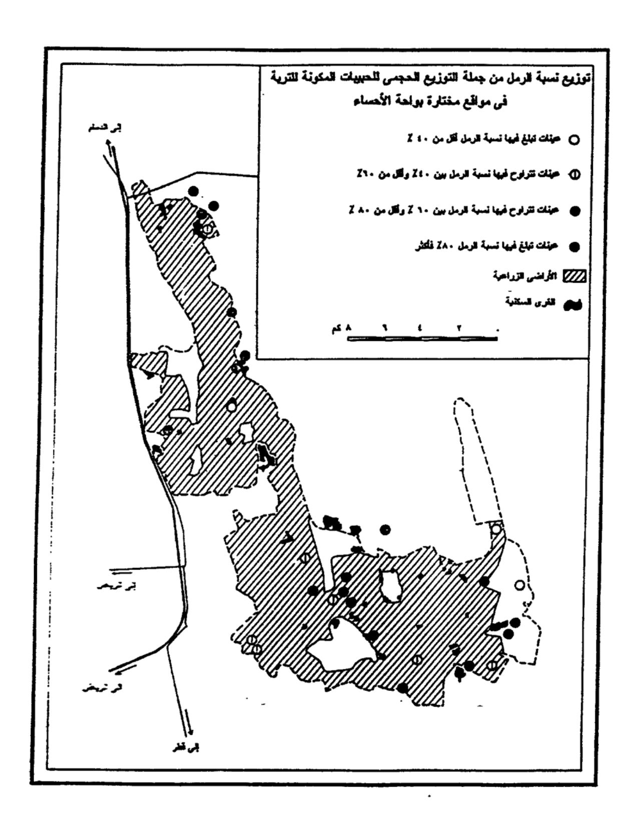
وقد أدت عمليات حركة الرمال نحو واحة الأحساء إلى تغير خصائص تربتها الزراعية وزيادة نسبة الرمل في مكونات التربة، ويستدل على ذلك من الشكل رقم (٢٢) حيث نستنتج أن نسبة الرمل من جملة التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة للتربة في العينات الموضحة تتراوح بين ٢٩٪، ٩٥٪ وهي نسبة مرتفعة جداً، ويتضح أن نحو ١٠,٧٪ من مجموع العينات المختارة تقل فيها نسبة الرمل عن ٤٠٪، وتتراوح نسبة الرمل بين ٤٠٪ وأقل من ٦٠٪ في نحو ٢٥,١٪ من عدد العينات، وتتراوح نسبة الرمل بين ٦٠٪ وأقل من ٨٠٪

---

(١) المصدر السابق – ص ١٨.

(٢) المصدر السابق – ص ١٢.

(٣) محمد صبري محسوب – المصدر السابق – ص ١٦



توزيع نسبة الرمل من جملة التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة للتربة
فى مواقع مختارة بواحة الأحساء
عينات تبلغ فيها نسبة الرمل أقل من ٤٠ %
عينات تتراوح فيها نسبة الرمل بين ٤٠% وأقل من ٦٠%
عينات تتراوح فيها نسبة الرمل بين ٦٠ % وأقل من ٨٠ %
عينات تبلغ فيها نسبة الرمل ٨٠% فأكثر
الأراضى الزراعية
القرى السكنية
٠ ٢ ٤ ٦ ٨ كم
إلى الدمام
إلى الرياض
إلى الرياض
إلى قطر

شكل رقم (٢٢)

فى نحو ٣٢,١ ٪ من عدد العينات، وهو ما يعكس ارتفاع نسبة الرمل إلى أكثر من ٦٠ ٪ فى حوالى ثلثى عدد العينات الموزعة داخل أراضى الأحساء.

وتتوزع معظم العينات التى ترتفع فيها نسبة الرمل إلى أكثر من ٨٠٪ على نهايات أراضى الواحة المتاخمة للنطاقات الرملية فى الشمال والشمال الشرقى على وجه الخصوص، فى حين تقل نسبة الرمل فى العينات التى تقع فى الأراضى الداخلية للواحة.

ورغم الجهود المبذولة للحد من عملية زحف الرمال نحو واحة الأحساء والعمل المستمر المكثف فى مشروع حجز الرمال السابق الإشارة إليه إلا أنه بات من المؤكد أن خطورة الزحف الرملى أكبر بكثير من تلك الجهود وأن الواحة بحاجة إلى عمليات تشجير تحيط بأراضيها تعتمد على الرى الدائم وليست زراعة مطرية كما هو متبع الآن فى مشروع حجز الرمال وقد تكون تكلفة ذلك مرتفعة ولكنها لن تكون أغلى مما تفقده الأحساء من أراضى زراعية وانخفاض إنتاجية الأرض الزراعية الذى يهدد الوظيفة الزراعية لهذه الواحة.

ثالثاً : التبخر وتملح التربة:

يصنف مناخ الأحساء وفقاً لتصنيف كوبن ضمن المناخ الجاف الذى يرتفع فيه إجمالى التبخر السنوى إلى ضعف كمية المطر السنوى على الأقل، ويؤثر التبخر بشكل مباشر فى التربة الزراعية فارتفاع معدلات التبخر وما يرتبط به من ارتفاع فى حدة الجفاف يؤدى إلى تراكم كميات كبيرة من الأملاح فوق الطبقة السطحية للتربة وبخاصة فى ظروف مناخية محدودة المطر وغير منتظم السقوط وباستخدام مياه رى ترتفع فيها نسبة الأملاح الذائبة بها، وهو ما ينطبق على الوضع الحالى لواحة الأحساء.

ويوضح كل من الجدولين رقم (٨)، رقم (٩) توزيع كل من كمية التبخر الشهرى وكمية المطر الشهرى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤، ويمكن من تتبع أرقام كل منهما والشكل رقم (٢٣- أ) أن نستنتج الحقائق التالية:

١- تتراوح كمية التبخر السنوى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٣ بين ٣٣٥٩مـم (عـام ١٩٨٩)، ٢٣٧٤مم (عـام ١٩٩١)، بمـدى يبلغ ٩٨٥ مم بينهما، فى حين تتراوح كمية المطر السنوى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ بين ٩,٩ مم (عام ١٩٩٠)، ١٤٨,٤مم (عام ١٩٨٦)، بمدى يبلغ ١٣٨,٥ مم بينهما، ويدل ذلك على أن أعلى كمية تبخر سنوى تفوق أعلى كمية مطر سنوى بحوالى ٢٤٠ مرة، وإذا ما حسبنا خارج قسمة كمية التبخر السنوى على كمية المطر السنوى خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ كان محصلة ذلك أن تراوح خارج القسمة بين ١٩,٧ (عام ١٩٨٦)، ٢٩٤,٨ (عام ١٩٩٠)، ويدل ذلك على أن كمية التبخر السنوى تفوق كمية المطر السنوى بحوالى ٢٠ مرة على الأقل وبحوالى ٢٩٥ مرة على الأكثر، وهو تجاوز كبير جداً بينهما .

٢- يتراوح المتوسط الشهرى لكمية التبخر خلال الفرة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٣ بين ١٢٦,١ مم (يناير)، ٣٦٩,٩مم (يوليو)، وترتفع معدلات التبخر خلال شهور الصيف وتقل تدريجيا خلال الخريف والشتاء لتصل أدناها فى يناير ثم ترتفع تدريجياً بعد ذلك لتصل أقصاها فى يوليو. شكل رقم (٢٣ – ب) ويعنى ذلك أن الانخفاض فى كميات التبخر يتوافق مع شهور المطر (نوفمبر- مايو) أما الارتفاع فى كميات التبخر يتوافق مع شهور الجفاف، وهى علاقة عكسية تؤدى إلى ارتفاع تأثير التبخر على التربة الزراعية خلال شهور الصيف بخاصة، ويؤدى ذلك إلى سرعة جفاف التربة ووصول الماء الباطنى بواسطة الخاصة الشعرية إلى سطح التربة ومن ثم تتبخر المياه تاركة الأملاح فى صورة قشور ملحية سطحية، وترتفع بذلك نسبة الأملاح الذائبة فى التربة مما يعوق حركة المياه داخل جسم النبات ويرفع من ضغطه لدرجة تجعله يستقر فى الجذور أو فى التربة ذاتها رغم أن النبات يكون فى أشد الحاجة إليه.

جدول رقم (٨)

كمية التبخر الشهري في واحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٣

(مم)

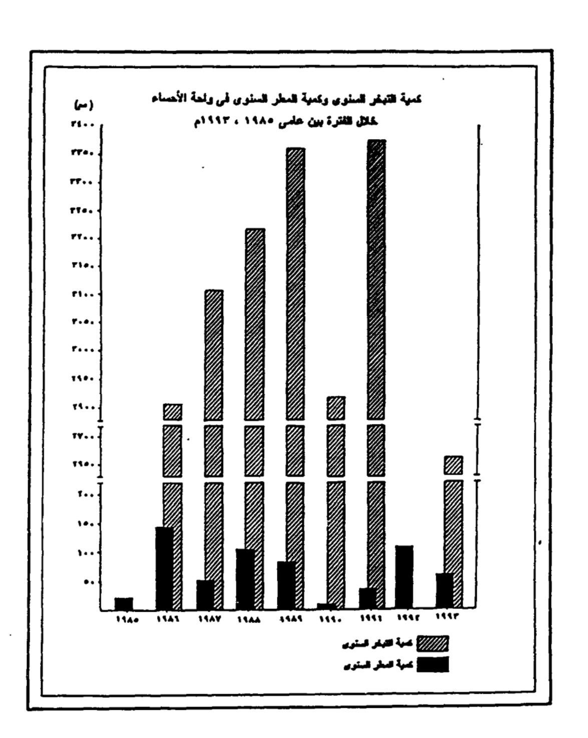
الشهر / السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	المتوسط
يناير	١٤٨	١٣٣	١٣٥	١٢٤	١٤٠	١٤٧	١١٦	٢١٠	٩٥	١٣٨,٦
فبراير	١٩٢	١٤٧	١٦٥	١٢٦	١٥٥	١٥٥	١٣٧	١٣٨	١٠٦	١٤٦,٧
مارس	٢٥٠	٢٣١	١٧٩	٢٣٥	٢٢٨	٢٥٢	١٧٥	١١٦	١٩٩	٢٠٧,٢
ابريل	٢٩٣	٢٥١	٢٨٢	٢٦٩	٢٥٨	١٦١	٢٠٥	١٠٠	٢٠٢	٢٢٤,٥
مايو	٣٧٢	٤١٧	٣٣٧	٤١٨	٤٢٥	٣٨٠	٣٣٢	٣٢٣	٢٤٦	٣٦١,١
يونيو	٤٤٢	٢٨٣	٤١٢	٤٠٤	٤٤٩	٤٠٠	١٩٠	٢٦٠	٣١٦	٣٥٠,٧
يوليو	غير مبين	٤٤١	٤٢٨	٤٣١	٤٣٨	٣٤١	٢٤٥	٢٨٨	٣٤٧	٣٦٩,٩
اغسطس	،،	١٧٩	٣٧٤	٣٧١	٤١٢	٣٨٦	٢٥٨	غير مبين	٣٥١	٣٣٣,٠
سبتمبر	،،	٣٠٧	٢٨٨	٣٢٠	٣١٥	٢٥١	٢١٤	،،	٢٣٤	٢٧٥,٦
اكتوبر	،،	٢٣٠	٢٤٩	٢٤٣	٢٥٧	١٥٢	٢١٨	،،	٢٣٧	٢٢٦,٦
نوفمبر	،،	١٧٠	١٦٠	١٧٦	١٦٨	١٥٧	١٤٧	،،	١٩١	١٦٧,٠
ديسمبر	١٠٧,٠	١٢٥	١٢٧	١٢٤	١١٤	١٣٧	١٣٧	،،	١٣٨	١٢٦,١
الأجمالي	غير مبين	٢٩١٤	٣١٣٦	٣٢٤١	٣٣٥٩	٢٩١٩	٢٣٧٤	غير مبين	٢٦٦٢	

جدول رقم (٩)

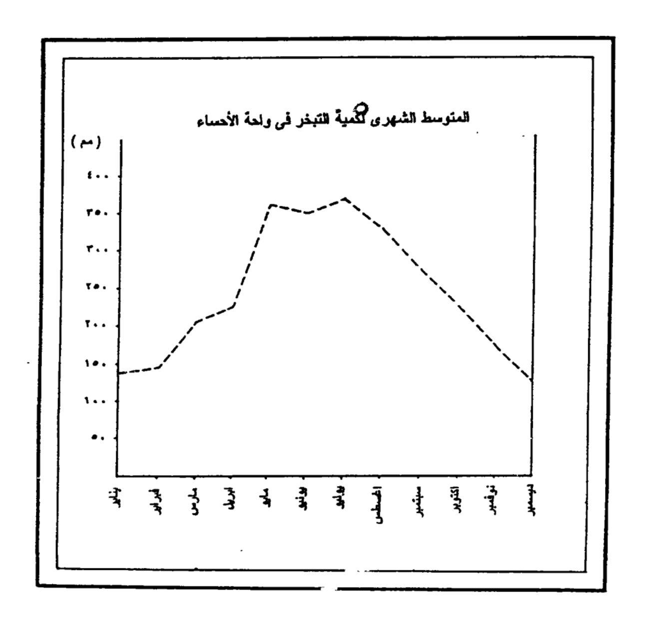
كمية المطر الشهري في واحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٤م

(مم)

السنة / الشهر	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤
يناير	٢,٨	١٨,٤	١,٤	١,٢	-	٢,٠	١٠,٢	٢,٨	٣٥,٠	-
فبراير	-	٥,٦	٣,٦	٦٢,٤	٢,٢	٠,٨	٨,٠	٢٦,٠	٧,٠	٠,٢
مارس	-	٢١,٦	٥٢,٤	٢,٦	٤٢,٢	١,٠	٢٤,٢	٦,٨	٣,٦	٥,٧
ابريل	٢,٢	٣٩,٨	١,٤	٣٥,٢	١١,٢	٥,٧	٠,٢	٧,٤	١٥,٢	٢,٣
مايو	٧,٤	١,٠	-	-	-	-	-	١,٢	٠,٨	١٥,٣
يونيو	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
يوليو	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
أغسطس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سبتمبر	-	-	-	-	-	-	٠,٢	-	-	-
اكتوبر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	٦,٧
نوفمبر	٠,٤	٠,٦	-	-	-	-	٠,٢	-	٠,٤	-
ديسمبر	١١,٦	٦١,٤	٠,٦	٨,٤	٢٤,٦	٠,٤	٤,٠	٦٥,٦	-	-
السنوي	٢٤,٤	١٤٨,٤	٥٩,٤	١٠٩,٨	٨٠,٢	٩,٩	٤٧	١٠٩,٨	٦٢	٣٠,٢


كمية التبخر السنوي وكمية المطر السنوي في واحة الأحساء
خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٣م
(مم)
٣٤٠٠
٣٣٥٠
٣٣٠٠
٣٢٥٠
٣٢٠٠
٣١٥٠
٣١٠٠
٣٠٥٠
٣٠٠٠
٢٩٥٠
٢٩٠٠
٢٧٠٠
٢٦٥٠
٢٠٠
١٥٠
١٠٠
٥٠
١٩٨٥
١٩٨٦
١٩٨٧
١٩٨٨
١٩٨٩
١٩٩٠
١٩٩١
١٩٩٢
١٩٩٣
كمية التبخر السنوي
كمية المطر السنوي

شكل رقم (٢٣-أ)


المتوسط الشهرى لكمية التبخر فى واحة الأحساء
(مم)
٤٠٠
٣٥٠
٣٠٠
٢٥٠
٢٠٠
١٥٠
١٠٠
٥٠
يناير
فبراير
مارس
ابريل
مايو
يونيو
يوليو
اغسطس
سبتمبر
اكتوبر
نوفمبر
ديسمبر

شكل رقم (٢٣ - ب)

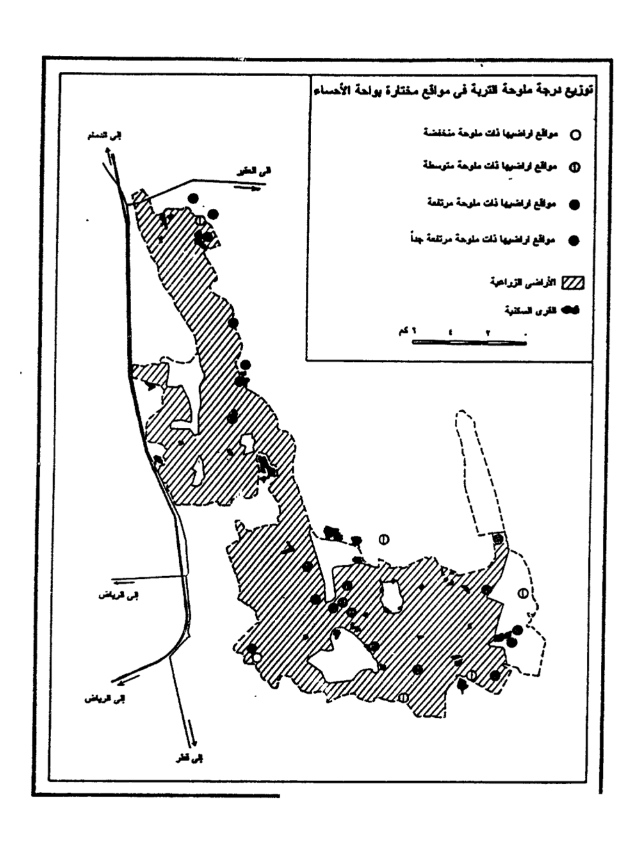
وتعتمد الزراعة فى واحة الأحساء على مياه العيون ـ كما سبقت الإشارة ـ وهى مياه تتراوح فيها نسبة الأملاح بين ١٤٣٠ جزء فى المليون، ١٥٧٠ جزء فى المليون، وقد تم فى عام ١٤١٤هـ، ١٩٩٤م افتتاح مشروع جديد يهدف إلى استخدام مياه الصرف فى الرى عن طريق خلطها بعد ترشيحها فقط[1] بمياه الرى فى القناة الرئيسية للرى وهذا المشروع من شأنه أن يضيف نحو مليون متر مكعب من مياه الرى سنوياً وسوف يؤدى ذلك إلى ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فى مياه الرى المخلوطة بمياه الصرف إلى ما يتراوح بين ٢٠٠٠، ٢٥٠٠ جزء فى المليون[2]، وهى درجة عالية تشكل مع ارتفاع معدلات التبخر بواحة الأحساء خطراً يهدد الزراعة بها.

ويوضح الشكل رقم (٢٤) توزيع درجة ملوحة التربة فى مواقع مختارة بواحة الأحساء ونستنتج من تتبعه أن درجة التوصيل الكهربائى فى التربة فى العينات الموضحة تتراوح بين ٥، ١٧٤ مليموز/سم٣ وأن نحو ٣,٦ ٪ من عدد العينات المختارة تقع فى أراضى ذات ملوحة منخفضة تنخفض فيها درجة التوصيل الكهربائى إلى أقل من ٥ مليموز/سم٣، وأن نحو ١٧,٩ ٪ من عدد العينات المختارة تقع فى أراضى ذات ملوحة متوسطة تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائى بين ١٠,٥ ٪ وأقل من ١٠ مليموز/سم٣، وأن حوالى ٢٨,٦ ٪ من عدد العينات تقع فى أراضى ذات ملوحة مرتفعة حيث تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائى بين ١٠، وأقل من ٣٠ مليموز/سم٣، وأن حوالى ١٢,٩ ٪ من عدد العينات تقع فى أراضى ذات ملوحة مرتفعة جداً حيث ترتفع فيها درجة التوصيل الكهربالى إلى أكثر من ٣٠ ملليموز/سم٣. ويدل ذلك على أن نحو ١٧,٥ ٪ من عدد العينات تقع فى أراضى ذات ملوحة مرتفعة ومرتفعة جداً. وتتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المنخفضة والمتوسطة فى نطاقات جنوبية من واحة الأحساء، فى حين تتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المرتفعة والمرتفعة جداً فى باقى نطاقات الواحة.

---

(١) وهى المرحلة الحالية حيث يهدف المشروع إلى كلورة وكربنة المياه أيضا لكن هذه المراحل لم تنفذ حتى الآن.

(٢) بيانات مستقاه من المقابلة الشخصية مع منسوبى هندسة الرى بمشروع الرى والصرف بالأحساء.



توزيع درجة ملوحة التربة فى مواقع مختارة بواحة الأحساء
مواقع اراضيها ذات ملوحة منخفضة
مواقع اراضيها ذات ملوحة متوسطة
مواقع اراضيها ذات ملوحة مرتفعة
مواقع اراضيها ذات ملوحة مرتفعة جداً
الأراضى الزراعية
القرى السكنية
٠ ٢ ٤ ٦ كم
إلى الدمام
إلى العقير
إلى الرياض
إلى الرياض
إلى قطر

شكل رقم (٢٤)

ويعد سيادة النسب المرتفعة للأملاح الذائبة فى التربة بواحة الأحساء مؤشراً خطيراً فى وجود المعدلات المرتفعة جداً للتبخر، وإرتفاع نسبة الأملاح الذائبة فى مياه الرى، الأمر الذى يؤدى إلى تملح الأراضى الزراعية وإرتفاع الضغط الأسموزى لها مما يؤدى إلى ضعف قدرة النبات على امتصاص حاجته من التربة، ويترتب على ذلك نقص فى نمو جذور النبات وانخفاض وزن الأوراق مما يقلل مساحتها وبالتالى عدد الثغور التى يمر الماء الناتج من عملية النتج خلالها، وبمعنى آخر يؤدى ارتفاع تركيز الأملاح فى التربة إلى نقص المجموع الجذرى الذى يمتص الماء ونقص الأوراق التى تنتح هذا الماء، ويكون من محصلة ذلك إنخفاض إنتاجية المحاصيل المزروعة بسبب هذه المعوقات التى يسببها ارتفاع درجة تركيز الأملاح بالتربة الزراعية، فعلى سبيل المثال انخفض متوسط انتاجية النخلة من البلح صنف الخلاص - أشهر أنواع نخيل البلح فى الأحساء - من حوالى ١٨٠ كيلو جراماً عام ١٩٨٦م إلى نحو ٨٠ كيلو جراماً عام ١٩٩٦م. وتحتاج أراضى الأحساء الزراعية إلى عمليات غسيل بالأضافة إلى رفع كفاءة الصرف بزيادة تعميق المصارف الحالية باستمرار حيث تترسب بداخلها الرمال وترفع من أعماقها إلى مستوى أعلى من مستوى الماء الباطنى.

وبعد .. يمكن أن نلخص أهم نتائج هذه الدراسة على النحو التالي:

١- تنخفض درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٦ °م فى واحة الأحساء بشكل محدود خلال شهور الشتاء فى حين ترتفع درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥ °م بشكل كبير خلال شهور الصيف، وتتعرض زراعة المحاصيل الصيفية لخطر التوقف عن النمو والذبول بشكل أكبر من تعرض المحاصيل الشتوية لهذه المخاطر ويكون موسم النمو الزراعى الشتوى أنسب مناخياً للزراعة من مثيله الصيفى، وقد أثر ذلك على المساحة المحصولية بالأحساء حيث تعادل مساحة المحاصيل الشتوية حوالى أربعة أمثال ونصف مساحة المحاصيل الصيفية.

٢- تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تأثيراً فى واحة الأحساء وأكثرها تكراراً فى هبوبها على الواحة يليها الرياح الشمالية ثم الشمالية الشرقية فى حين تؤثر باقى اتجاهات الرياح بشكل محدود على الواحة. وترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية الغربية والرياح الجنوبية خلال شهور الشتاء فى حين ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية خلال شهور الصيف. وتعد كل من رمال النفود شمال الأحساء ورمال الجافورة شرق الأحساء أهم مصادر الرمال على الواحة معظم فترات السنة، وتتزايد كمية الرمال الزاحفة من النفوذ والربع الخالى خلال شهور الشتاء، والرمال الزاحفة من الجافورة خلال شهور الصيف.

٣- يحدث الانسياق الرملى نحو واحة الأحساء فى فترة تتراوح بين ثلث العام، ونصف العام تقريباً، وتعد الرياح الشمالية بأنواعها أكثر أنواع الرياح المسببة للانسياق الرملى على واحة الأحساء. وتعظم عملية الانسياق الرملى الناجم عن الرياح الشمالية بأنواعها خلال شهور الصيف. فى حين تعظم عملية الانسياق الرملى الناتج بفعل الرياح الجنوبية بأنواعها خلال فصلى الشتاء والربيع.

٤- تهب الرياح المسببة للزحف الرملى التى تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية. على واحة الأحساء بشكل محدود، ويتكرر هبوبها بشكل أكثر خلال فصلى الربيع والصيف حيث تزيد عملية الزحف الرملى خلال هذين الفصلين .

٥- يندر هبوب الرياح التى تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية على واحة الأحساء وقد اقتصر هبوبها فى ١٩ يوما فقط خلال الفترة بين عام ١٩٨٥، ١٩٩٤ . وتعد الرياح الشمالية الغربية أكثر اتجاهات الرياح التى هبت على الأحساء بسرعة تزيد عن ١١ متر/ثانية، ورغم ندرة هبوب هذا النوع من الرياح إلا أن كمية الرمل التى تزحف بواسطتها على واحة الأحساء خلال يوم واحد تعادل مقدار ما يزحف خلال ١١ يوماً تحت تأثير رياح تتراوح سرعتها بين ٧,١، ٨,٤ متر/ثانية.

٦- ترتفع نسبة الرمل فى التربة الزراعية بواحة الأحساء نتيجة الزحف الرملى عليها حيث تتراوح بين ٢٩٪، ٩٥٪ من جملة التوزيع الحجمى للحبيبات المكونة للتربة، وتزيد هذه النسبة فى أراضى الواحة المتاخمة للنطاقات الرملية فى الشمال والشمال الشرقى على وجه الخصوص .

٧- ترتفع كمية التبخر السنوى فى واحة الأحساء لدرجة تفوق كمية المطر السنوى بحوالى ٢٠ مرة على الأقل وبحوالى ٢٩٥ مرة على الأكثر، وترتفع معدلات التبخر خلال شهور الصيف بالمقارنة بباقى فصول السنة، ويتوافق الانخفاض فى كميات التبخر مع شهور المطر والعكس صحيح.

٨- ترتفع درجة ملوحة التربة الزراعية بواحة الأحساء نتيجة إرتفاع معدلات التبخر وترسب الأملاح الذائبة فى مياه الرى حيث تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فى التربة بين ٥، ١٧٤ مليموز/سم٣، وتتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المنخفضة والمتوسطة فى النطاقات الجنوبية من الواحة فى

حين تتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المرتفعة جداً فى باقى نطاقات الواحة.

٩- يشكل كل من الانحراف الحرارى عن الحدود الدنيا للنمو الجوهرى للنبات وما يتسببه من انخفاض طول موسم النمو الزراعى، اتجاهات الرياح وسرعتها وما تتسببه من انسياق أو زحف رملى نحو الواحة، وارتفاع معدلات التبخر بشكل كبير جداً وما يسهم به فى مشكلة تملح الأراضى الزراعية، تشكل هذه العناصر المناخية الثلاثة خطراً مؤكداً على الزراعة فى واحة الأحساء، وهى عناصر مناخية يصعب التحكم فيها والتقليل منها، فعلى الرغم مما وصل إليه الإنسان من مستوى تكنولوجى متطور إلا أن محاولاته للتحكم فى العناصر المناخية لا زالت متواضعة جداً وتمارس على مساحة محدودة جداً من الأرض، ولذلك سوف يظل هذا الوضع المناخى لواحة الأحساء خطراً مستمراً يهدد الزراعة.

١٠- تقتصر الجهود المبذولة لمقاومة زحف الرمال نحو واحة الأحساء على مشروع حجز الرمال - عملية تشجير الكثبان الرملية - الذى يقع إلى الشمال من الواحة الشرقية فقط رغم أن الواحة الشمالية تعد أكثر جهات الأحساء تعرضاً لزحف الرمال، ولهذا فمن المفيد أن تشمل تلك الجهود جميع أراضى الواحة وأن تحيط عملية التشجير بنهايات أراضى الواحة فى جميع الاتجاهات وأن تعتمد زراعتها على الرى الدائم وليس الزراعة المطرية لضمان نموها بشكل أكثف وأسرع مما هو موجود حالياً فى المشروع الذى تعتمد عملية التشجير فيه على الزراعة المطرية فى أربع مصدات شجرية وعلى الرى الدائم فى مصد واحد فقط.

١١- يجب ألا تقتصر جهود مقاومة الزحف الرملى على عملية تشجير الكثبان الرملية بغرض تثبيتها فقط، وزيادة الاستعانة بحلول أخرى كتغطية الكثبان

بالبترول أو المازوت. أو نقلها بواسطة الآليات أو تغطيتها بالحصى أو الأسمنت.

١٢- يجب الاهتمام بتعديل خصائص التربة الزراعية وزيادة المادة العضوية بها وغسلها باستمرار ورفع كفاءة الصرف بحفر وتعميق المصارف وتطهيرها من الأعشاب والرمال المترسبة فيها حتى ينخفض مستوى الماء الأرضى وبالتالى تقل كمية الأملاح الذائبة فى التربة.

١٣- يجب أن يتوافق التركيب المحصولى مع الخصائص الحرارية للأحساء بحيث تزرع محاصيل تتحمل بشكل أكبر الانحرافات الحرارية السائدة، وزيادة الاهتمام بزراعة المحاصيل الشتوية باعتبارها تنمو فى أنسب مواسم النمو الزراعى بالواحة.

١٤- تحتاج محاولات التقليل من أضرار المخاطر المناخية على الزراعة فى واحة الأحساء لجهد كبير مستمر باهظ التكاليف لكى يمكن الحفاظ عى الأرض الزراعية واستمرار العملية الزراعية، بالواحة الأمر الذى يدعو إلى تعاون كل الأجهزة المعنية بالزراعة للحفاظ على الموارد الزراعية واستمرار الوظيفة الزراعية للأحساء.

الفصل السابع

المناخ الحضري

Urban Climate

- مقدمة.
- تطور دراسة المناخ الحضري.
- محاور الدراسة في مجال المناخ الحضري.
- أساليب الدراسة في المناخ الحضري.
- عناصر المناخ الحضري

أولاً: التركيب الحراري للمدينه

- نشأة الجزر الحرارية Heat Islands.

ثانياً: مكونات الهواء داخل المدينة.

ثالثاً: ميزانية الطاقة.

رابعاً: الميزانية المائية.

خامساً: حركة الهواء وتدفقه.

سادساً: مدي الرؤية.

- الآثار الحيوية للمناخ الحضري.
- الآثار الكيميائية للمناخ الحضري.

مقدمـــة

يعد مناخ المدينة أو المناخ الحضرى Urban Climate أحد محاور الدراسة فى المناخ التطبيقى التى لاقت إهتماماً كبيراً من قبل الدارسين والمخططين وسكان المدن أنفسهم على المستويين العالمى والإقليمى خلال العقود الأخيرة على الرغم من أنه موضوع لاتزال قائمة المقررات الدراسية فى معظم أقسام الجغرافيا خالية منه، وأن عدد الباحثين المتخصصين فيه قليل للغاية. وهو محصلة النمو الحضرى أحد أهم أشكال النشاط البشرى التى غيرت من ملامح البيئة الطبيعية وأثرت فيها بشكل مباشر، حيث يتأثر الغلاف الهوائى فوق المدن بأشكال النمو الحضرى وخصائصه وينشأ نوعاً من المنـاخ المحلى للمدينـة ينحـرف عن التركيب المناخى الاقليمى الذى تقع بداخله المدينة ويفرز آثاراً بيئيـة متعـددة، وهو ماجعل كثير من متخصصى علم المناخ يصفونه بأنه صناعة بشرية Man - Made Climate.

وكشفت دراسات المناخ التفصيلى Microclimate للمدن تبايناً كبيراً بين نطاقات المدينة الواحدة فى مكونات هوائها، ودرجات حرارتها، وحركة الهواء وتدفقه خلال شوارعها وطرقها وغيرها من المظاهر المناخية التى تتبع هذا التباين، فتوجهت دراسات المناخ التطبيقى للمدن تبحث فى الأسباب التى أدت إلى هذا التباين والإختلاف فى مناخ المدن، وتحليل أنماط عناصر المناخ بداخلها، وأجمعت النتائج على أن المدن تشكل مناخاتها Cities Creat their Own Climates فمناخ المدينة هو محصلة خصائص موقعها، وموضعها، وحجمها السكاني والسكني، وتركيبها الوظيفي، وتوزيع إستخدامات الأرض علي امتدادها، وتباين درجة النشاط البشري بين نطاقاتها والتي تحددها كثافة كل من سكانها ومبانيها ومنشآتها وطرقها، ومايتبعث من الكتل الحجرية وحوائط الخرسانة المسلحة لتلك المباني والمنشآت والأسفلت من حرارة، ومايتسرب من أجهزة التبريد، وينبعث من السيارات والسكك الحديدية ومحركات الوقود الاحفوري في

المصانع ومحطات توليد الطاقة من غازات، وما تلفظه مداخن المصانع وتحمله الرياح من غبار وأتربة ومواد صلبة تتطاير في الهواء المحيط بالمدينة فيتزايد انطلاق الحرارة والغازات والملوثات والمواد العالقة نحو شوارع المدينة، وتكون النتيجة تغير مكونات الهواء المحيط بها، وتباين الميزانية الحرارية والمائية بين نطاقاتها، وتباين الضغط الجوي وحركة الهواء واندفاعه خلال مسارات الطرق والشوارع والأزقة.

ولمناخ المدينة انعكاسات بيئية حرارية وكيميائية وحيوية، فيؤدى التباين فى الميزانية الحرارية بسبب تباين خصائص تدفق الأشعة الحرارية بين نطاقاتها إلى إنخفاض تسرب الأشعة الحرارية نحو الفضاء بين المبانى فيزداد دفء الشوارع وتصبح مراكز المدن والمنطقة العمرانية الداخلية أدفأ من هوامشها فى مظهر يعرف بالجزيرة الحرارية Heat Island .

ويؤدى صرف مياه الأمطار الجارية فى شبكة الصرف الصحى إلى إنخفاض الرطوبة التى يختزنها سطح الأرض وتنخفض معها معدلات التبخر فتزداد الطاقة المتاحة للتحول إلى حرارة محسوسة فيكون الهواء داخل المدينة أقل فى رطوبته وأعلى فى حرارته قياساً بهواء النطاقات الريفية المجاورة .

ويؤدى انبعاث الغازات وتطاير المواد والمركبات العضوية والمعدنية إلى تلوث هواء المدينة وظهور مشكلة بيئية كبرى هى التلوث الهوائى Air Pollution، وتتحول مياه الأمطار إلى محاليل حمضية وتظهر مشكلة بيئية أخرى هى التحمض Acidification ، وينتشر ضباب المدن وينخفض مدى الرؤية فى مايعرف بظاهرة الضبخان Smog .

ويؤدى تعرض سكان المدن للملوثات والحرارة الشديدة إلى الإصابة بالأمراض والتعرض لضربات الشمس التى تؤدى إلى الوفاة وبخاصة فى فصل الصيف، الأمر الذى يجعل سكان المدن يتحملون نفقات علاجية أكبر، ونفقات استهلاك للطاقة أكبر فى محاولة تعديل حرارة منازلهم وتنقية هوائها وذلك بالقياس بالنطاقات الريفية .

تطور دراسات المناخ الحضري:

شغل مناخ المدن أذهان المفكرين والميثيورولوجيين منذ أزمنة بعيدة، فكان المفكر الروماني «فيتروفيوس Vitruvius (75-26BC)» أول من وصف خطة المدينة والظروف المناخية فى المدن الرومانية وأشار إلى تلوث المدن بالدخان Smoke Pollution وفساد هوائها، وتوالت الملاحظات عن مناخ المدن وتلوث هوائها بالدخان بعد ذلك كثيراً. ثم انتقلت الملاحظات نحو حرارة المدينة وكانت البداية فى القرن التاسع عشر حين ميز الميتيورولوچى الإنجليزى لوك هيوارد Luke Howard (١٨١٨م) الجزيرة الحرارية فى مدينة لندن ووصف وسط المدنية بأنه أعلى حرارة من النطاقات الريفية المحيط بها [١]. ثم أتبع ذلك دراسة تفصيلية عن مناخ لندن عام ١٨٣٣ [٢].

ثم كانت البداية الحقيقية من قبل الجغرافيين فى دراسة المناخ الحضرى حين قدم شاندلر Chandler (1962) دراسته حول المناخ الحضرى لمدينة لندن وكان أول جغرافى يستخدم الرصد الميدانى لعناصر المناخ داخل مدينة لندن وحدد أنماط توزيع تلك العناصر وضوابطها الجغرافية والمكانية. ومهدت هذه الدراسة الطريق نحو توالى دراسات المناخ الحضرى منذ ذلك الحين متوافقة مع زيادة قدرة الباحثين على الملاحظة والتفسير والتحليل واستخلاص النتائج فى هذا المجال اعتماداً على تطور تكنولوجيا المعلومات ووسائل مصادرها التى وسعت من بصيرة وادراك الباحث للظاهرات المناخية وآثارها البيئية.

وارتبط تطور البحث الجغرافى فى مجال المناخ الحضرى على الرغم من إنخفاض عددها بالقياس بالأبحاث الجغرافية بعامة والمناخية بخاصة بزيادة القدرة على ملاحظة مكونات الغلاف الجوى فوق سطح المدينة وتسجيل تغيراته، ورصد عناصر المناخ وبخاصة درجات حرارة الهواء والرطوبة النسبية

(1) Fakuoka, Y., Biometeorologieal studies on Urban climate, International Journal of Biometeorology, Vol 40, 1997, p. 83.

(2) Howard, L., The Climate of London, 1833.

وإتجاهات الرياح وسرعتها داخل المدينة وعبر مساراتها المختلفة بوسائل تكنولوجية رقمية متطورة، والتقدم فى الأساليب التحليلية الكمية وبخاصة الآلية، لما يوجه أهدافها من أشكال النشاط البشرى واقتصادياته وظهور المشكلات البيئية والتنبؤ بالنظام المناخى المستقبلى للمدن.

محاور الدراسة في مجال المناخ الحضري

تدرجت أهداف دراسى المناخ الحضرى من مجرد وصف للظواهر الجوية السائدة بالمدينة الى دراسات ميدانية تفصيلية تصف ملامح كل ظاهرة مناخية وتفسر نظامها وتحدد علاقتها بطبيعة ونظام المدينة، وتعكس زيادة قدرة الباحثين على الملاحظة والتفسير والتحليل واستخلاص النتائج لما أصبحوا يتمتعون به من توافر تكنولوچيا المعلومات وأدوات القياس الحقلية الأرضية والجوية والفضائية التى تسجل قيم العناصر المناخية بكل سهولة ويسر، وأدى ذلك الى تنوع اتجاهات الدراسة فى المناخ الحضرى وتعدد محاورها وتنامى عددها منذ عقد الستينيات وحتى الوقت الحاضر.

ومن خلال أستعراض دراسات المناخ الحضرى المنشورة خلال العقود الثلاثة الماضية تبين أن موضوع التركيب الحرارى للمدينة يحتل مقدمة محاور الدراسة فى المناخ الحضرى يليه موضوع مكونات الهواء بالمدن ثم يليها موضوعات ميزانية الطاقة بالمدينة ثم الميزانية المائية وحركة الهواء وتدفقه داخل المدن، وكذلك موضوعات مدى الرؤية والآثار الحيوية والكيميائية وتغير مناخ المدن. وتعكس تلك الاتجاهات والمحاور فى دراسة المناخ الحضرى التطور الكبير فى دراسات المناخ الحضرى التى اهتمت بموضوعات عناصر مناخ المدن بالاضافة إلى الآثار البيئية الناتجة بفعل تلك العناصر.

وتناولت دراسات المناخ الحضرى الحديثة مجموعة كبيرة من مدن العالم موزعة على جميع القارات يأتى فى مقدمتها المدن الأسيوية وبخاصة اليابانية

يليها مدن الولايات المتحدة الامريكية ثم المدن الأفريقية والاسترالية. ويرجع السبب فى زيادة عدد الدراسات التطبيقية فى المدن الأسيوية الى التطور والنمو الحضرى السريع الذى انتاب معظم تلك المدن فى العقود الأخيرة.

أساليب الدراسة في المناخ الحضري

تتنوع أساليب البحث فى دراسات المناخ الحضرى تبعاً لطبيعة الموضوع وأهدافه ومحاولة الوصول إلى نتائج دقيقة، فقد تطورت أساليب الدراسة من مجرد استعراض للسلاسل الزمنية للبيانات المناخية التى تصدرها مراكز الأرصاد الجوية داخل المدن وعلى هوامشها إلى أساليب أخرى أكثر تطوراً برز فيها أسلوب الرصد الميدانى بمحطات ارصاد جوية متنقلة داخل محاور امتداد النطاق الحضرى بالمدن مما أعطى عمقاً اكبر فى التحليل المكانى للأرصاد الجوية وتفسير أثر المتغيرات الجغرافية المحيطة بموقع الرصد فى قيم عناصر الجو المرصودة.

ووفرت التقنيات الجغرافية الحديثة التى يأتى فى مقدمتها تطبيقات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية اسلوباً جديداً للحصول على المعلومات داخل المدن وتحليلها مكانياً آلياً بدقة ويسر واستخراج الخرائط والنماذج والتقارير التى يستفاد بها فى خطط التنمية الحضرية بعد ذلك.

ويمكن القول بأن أساليب البحث فى مجال المناخ الحضرى تحولت من مجرد تحليل متوسطات لبيانات مناخية تصدرها مراكز الأرصاد الجوية الى تحليل الأرصاد الجوية الميدانية التى ترتبط بخصائص مكانية وضوابط جغرافية، بالاضافة الى استخدام الاساليب الكمية فى تحليل البيانات المناخية لاختبار الفروض وقياس العلاقات بين عناصر مناخ المدينة وضوابطه الجغرافية المتعددة، ثم الاعتماد على بيانات الصور الجوية والفضائية بأنواعها فى تحليل خصائص مناخ المدن فى أوقات متباينة وفى رؤية مجسمة ثلاثية

الأبعاد تضم العناصر المناخية والعناصر الأرضية فى منظور واحد، وتصميم النماذج الرياضية والكارتوجرافية لتقدير خصائص مناخ المدينة تبعاً للمتغيرات المؤثرة فيه، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقييم العلاقات المتبادلة بين عناصر مناخ المدينة وضوابطها الجغرافية آلياً باستخدام برمجيات متخصصة فى ذلك، وتحديد المناخ الأمثل ونموذج المدينة الأمثل والأنماط المثلى للامتداد الحضرى.

ونستعرض فيما يلى الاتجاهات الحديثة فى أساليب البحث التى استخدمها باحثوا المناخ الحضرى فى العقود الثلاثة الأخيرة وكيف أمكن تطبيقها على موضوعات المناخ الحضرى.

أولاً: أسلوب الرصد الجوي الميداني

يحتاج الدارسون والباحثون فى مجال المناخ التطبيقى إلى بيانات مناخية تفصيلية وبخاصة إذا كانت مساحة منطقة الدراسة صغيرة وهو ما يعرف بالمناخ التفصيلى Microclimate وذلك للربط بين تلك البيانات التفصيلية والمتغيرات المكانية المجاورة لها. وعلى الرغم من انتشار مراكز الأرصاد الجوية بجميع أقطار العالم وكثرة ما توفره من بيانات مناخية إلا أنها تتباعد عن بعضها بمسافات كبيرة مما يجعل النطاقات التى لا تغطيها أجهزتها خالية من الرصد الجوى مما يعوق ترابط المعلومات المناخية وتحليل الأحوال الجوية بتلك المناطق.

وعلى سبيل المثال فإن مدينة الإسكندرية المصرية التى تمتد بطول ٦٠ كيلومتراً تقريباً من الشرق إلى الغرب يتوزع بداخلها ثلاث مراكز للأرصاد الجوية فقط وهو عدد غير كافٍ لإجراء الدراسات المناخية التفصيلية داخل المدينة ويعوق دراسات المناخ الحضرى بداخلها.

ويلجأ الدارسون والباحثون إلى أسلوب الرصد الميدانى بأنفسهم معتمدين

على محطات أرصاد جوية رقمية متاحة بالأسواق يقومون بتثبيتها فى المكان المراد قياس عناصر الجو عنده، ويراعى قبل استخدام تلك الأجهزة أن يتم معايرتها من قبل أقرب مركز للأرصاد الجوية حتى يتطابق أساس الرصد وضوابطه بما يتيح تسجيل قراءات تناظر ما يمكن أن تسجله أجهزة مراكز الأرصاد الجوية نفسها.

ويقوم الدارسون والباحثون بتحديد مجموعة من محطات الرصد داخل منطقة الدراسة يحددونها وفق معايير دراساتهم ويوقعونها على خرائطهم ثم يقومون بعملية الرصد عند كل محطة وتسجيل القراءات إما آلياً عن طريق جهاز الرصد كأن يتم تخزينها مقترنة بعنصر الوقت وإحداثيات محطة الرصد ثم تفرغ على الحاسب الآلى ويتم تحليل البيانات آلياً وإخراج الخرائط والأشكال والقطاعات آلياً بعد ذلك، أو تسجل القراءات يدوياً فى جدول أرصاد معد لذلك محدد فيه رقم محطة الرصد وإحداثياتها ووقت الرصد، وقيم عناصر الجو المرصودة عندها[1].

ويجمع الدارسون والباحثون بيانات المتغيرات الجغرافية المحيطة بكل نقطة والمرتبطة بنوع الدراسة وعنصر الجو المدروس، ويتم الربط بين خصائص تلك المتغيرات وخصائص عناصر الجو المرصودة لكى يسهل عمل التحليل المكانى للظاهرة محل الدراسة والتوصل لنتائج تفسر سلوك الظاهرة الجوية والمؤثرات الجغرافية المرتبطة بها، كما يمكن الربط بين خرائط الطقس المصممة آلياً عن طريق الرصد الجوى الميدانى مثل خرائط خطوط التساوى، اتجاهات الرياح (وردات الرياح) وغيرها، وخرائط المتغيرات الجغرافية فى مجموعة من الطبقات المعلوماتية الجغرافية Georeference Data وتحليلها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية والتوصل لنتائج وقرارات تتعلق بخطط التنمية بمنطقة الدراسة.

---

(١) يعرض الفصل الثامن نموذجاً تطبيقياً لعملية الرصد الجوى الميدانى داخل مدينة الإسكندرية المصرية.

ويراعى عند إجراء الرصد الجوى الميدانى أن يتم القياس فى ظروف مكانية متشابهة كأن يتم الرصد فى كل المحطات فى الظل وعلى ارتفاع واحد – على سبيل المثال – كما يمكن أن تتم عملية الرصد بشكل ثابت فوق كل محطة، أو بشكل متنقل كأن توضع أجهزة الرصد فوق سيارة مكشوفة تتحرك ببطء وبسرعة واحدة داخل منطقة الدراسة.

ثانياً: الأساليب الكمية

تعد أساليب قياس العلاقات بين المتغيرات وتصنيف تلك العلاقات من أهم الأساليب الكمية المستخدمة فى دراسات المناخ الحضرى حيث يمكن عن طريقها قياس نوع وقوة العلاقة بين المتغير التابع والمتغير (المتغيرات) المستقل (المستقلة)، وتحديد نسب الاختلاف فى قيم التغير التابع بسبب الاختلاف فى قيم التغير المستقل أو المتغيرات المستقلة، والتوقع المستقبلى لسلوك المتغير التابع، وكذلك تصنيف المتغيرات في مجموعات تبعاً لقوة العلاقة بينها وبين المتغير التابع.

ويأتى حساب معامل الارتباط Corrolation (الثنائى أو المتعدد)، ومعادلة الانحدار Regression الخطى أو غير الخطى (الثنائى أو المتعدد)، والتحليل العاملى Factor Analysis من أهم الأساليب الكمية المستخدمة فى دراسات المناخ الحضرى. ونضرب امثالاً علي ذلك كما يلي:

١– يمكن استخدام معامل الارتباط المتعدد لدراسة العلاقة بين المناخ الحضرى وصحة الانسان فى مجموعة من المدن، فيتم قياس العلاقة بين مستويات الاصابة بالأمراض الصدرية أو عدد الوفيات كمتغير تابع وقيم كل من درجة الحرارة، ونسب الملوثات الهوائية فى الجو بتلك المدن كمتغير مستقل.

٢– يمكن استخدام معامل الانحدار المتعدد فى دراسة العلاقة بين توزيع درجة الحرارة على قطاعات المدينة (كمتغير تابع) وقيم كثافة كل من السكان،

المبانى، المنشآت، صور استخدام الأرض، حركة السيارات على الطرق، وغيرها من المتغيرات المكانية كمتغيرات مستقلة لتحديد مستوى تأثيرها فى التركيب الحوارى للمدينة. بالاضافة إلى استخدام معامل خط الانحدار فى التوقع المستقبلى لقيم المتغير التابع المتأثر بتلك المتغيرات.

٣- يمكن استخدام التحليل العاملى فى تحديد العوامل الأساسية التى تشكل مناخ المدينة، أو تصنيف المدن فى اقليم ما تبعاً لمدى تأثر الارتفاع فى درجة حرارة تلك المدن بالامتداد والنمو الحضرى الذى تعكسه الأحجام السكانية لكل مدينة.

ثالثا: تحليل النماذج Model Analysis

النموذج هو تمثيل للظاهرة يوضح المراحل المختلفة لتطور الظاهرة وعلاقتها بالمتغيرات المحيط بها، والنماذج متنوعة أهمها النماذج الواقعية Real Model التى تمثل الصورة الحقيقية لتطور الظاهرة والعوامل الموثرة فيها، والنماذج الرياضية Mathematical Model وهى صيغ ومعادلات حسابية واحصائية تقوم بحساب العلاقات بين الظاهرة والظواهر الأخرى وحساب القيم المتوقعة لتلك العلاقات فى المستقبل.

وقد تعددت النماذج المستخدمة فى المناخ الحضرى فعلى سبيل المثال يستخدم نموذج Express heat Energy Model فى تقدير الطاقة الحرارية داخل المدينة اعتماداً على بيانات كثافة الهواء، كمية الطاقة فى ضغط جوى ثابت. ويستخدم نموذج Imaginary line Source Model فى تقدير معدل انبعاث غاز أول اكسيد الكربون من السيارات بمدينة طوكيو. ويستخدم نموذج The cluster Thermal Time Constant (CTTC) Model فى تقدير اختلاف درجة حرار- النطاق الحضرى. ويستخدم نموذج Two-dimansional Hydrostatic Boundary - Layer Model فى تقدير الخصائص الأساسية لدورة الجزر

الحرارية بالمدن. ويستخدم نموذج Urban Heat Island Model فى دراسة الجزر الحرارية للمدن. وغيرها من النماذج الرياضية المتنوعة التى تتخصص فى دراسة تدفق الحرارة، وتدفق الطاقة، وتدفق الرياح، تركز الملوثات داخل النطاقات الحضرية للمدن.

رابعا: تفسير الصور الجوية

أصبح استخدام بيانات التصوير الجوى وتفسير مرئياته وبخاصة تقنية التصوير الجوى بالأشعة الحرارية (تحت الحمراء Infrared) من أهم الاساليب المستخدمة فى رصد تدفق الطاقة والميزانية الحرارية داخل المدن.

فقد استخدم باحثون متعددون مرئيات التصوير الجوى الحرارى فى تصوير النطاقات السكنية بالنطاقات الباردة فى تحديد المبانى التى يتسرب من خلالها الطاقة الحرارية المستخدمة فى التدفئة نحو شوارع المدينة، وفى تحديد قيم الألبيدو داخل المدن ورسم خرائط لها، وفى كشف وتحديد الجزر الحرارية وتباين شدتها، وفى دراسة التدفق الحرارى داخل شوارع المدن، وفى تحديد التباين الحرارى بين قواعد المبانى وأسطحها وجوانبها المختلفة.

خامسا: تحليل الصور الفضائية

أضاف رصد الغلاف الجوى وعناصره المختلفة عن طريق تصويره بموجات متعددة من الاشعاع الكهرومغناطيسى من ارتفاعات بعيدة عن سطح الأرض باستخدام الأقمار الاصطناعية ايجابيات كثيرة لعمليات رصد عناصر الجو فوق المدن، فقد سهل ذلك الحصول على معلومات مناخية تفصيلية كان يتعذر الحصول عليها بدقة من مراكز الارصاد الجوية الموجودة داخل المدن مثل رصد تدفق الطاقة، وتباين التوزيع الحرارى، والميزانية المائية وتتبع تغيرها لحظة بلحظة.

ولأن الصور الفضائية رقمية Digital Image فيمكن عمل تحليلاً آلياً دقيقاً عليها لكل من الظاهرات الجغرافية على سطح الأرض وخصائص الغلاف

الجوى الذى يعلوها فى رؤية شاملة لهما فى آن واحد، فيسهل الربط بينهما ويسهل تحليل العلاقة بينهما.

وسهلت تكنولوچيا الاستشعار من بعد التى تقرأ وتفسر وتحلل وتعالج الصور الفضائية وتصنف خصائصها آلياً سهلت بكل دقة دراسة الظواهر الجوية فوق المدن وعلاقتها بالمتغيرات الجغرافية المؤثرة فيها، وأصبح من السهل الحصول على البيانات المناخية دون الرجوع الى محطات الأرصاد الجوية فى أى وقت من السنة أو الشهر أو اليوم.

وتستخدم الصور الفضائية المأخوذة لعناصر الجو فى دراسة تباين نسب الألبيدو داخل المدن، وتحديد قيم الاشعاع المرتد لتقدير ميزانية الطاقة داخل المدن، ودراسة الجزر الحرارية وعلاقتها باستهلاك الطاقة داخل المدن.

سادساً: استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

تزايد استخدام الباحثون والدارسون لتقنية نظم المعلومات الجغرافية فى مجال المناخ الحضرى كأسلوب حديث لمعالجة دراساتهم وبناء قواعد بيانات مكانية مناخية يكونوا قادرين على ادارتها وعرضها وتحويلها وتحليلها مكانيا واحصائياً وتصنيفها ونمذجتها واخراجها على شكل خرائط ببعدين أو بثلاثة أبعاد لكى يستفيدوا منها فى خطط التنمية الحضرية وإدارة المدن.

وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية فى تحديد مورفولوجية السطح الحضرى للمدن وربطه ببيانات الأرصاد الجوية واستخراج خرائط خطوط التساوى المناخية وبخاصة الحرارية التى يمكن من خلالها تحديد الجزر الحرارية ومدى اتساعها، وفهم تدفق الطاقة وتوزيع الميزانية الحرارية داخل المدن كما يمكن استخدامها أيضا فى انتاج خرائط الجريان السطحى لمياه الأمطار والسيول وتقدير نسب تركز الغازات المنبعثة من مصادر بشرية مثل محركات السيارات والسكك الحديدية ولوافظ المصانع وغيرها.

عناصر المناخ الحضري

تتنوع عناصر المناخ الحضرى الذى تحول من مجرد وصف للظواهر الجوية السائدة بالمدينة (المناخ التفصيلى للمدن) الى دراسات ميدانية تفصيلية تصف ملامح كل ظاهرة جوية وتفسر نظامها وتحدد علاقتها بطبيعة ونظام المدينة، بعد أن زادت قدرة الباحثين على الملاحظة والتفسير والتحليل واستخلاص النتائج بما توافر لديهم من تكنولوجيا الملعومات وأدوات القياس الحقلية الأرضية والجوية والفضائية التى تسجل قيم العناصر المناخية بكل دقة وسهولة ويسر.

ولأن المدن تشكل مناخاتها فالمناخ الحضري يتباين من مدينة لأخري تبعاً لاختلاف موقعها، موضعها، حجمها ووظيفتها، ويتباين المناخ داخل المدينة تبعاً لتباين التركيب الوظيفي وتوزيع استخدامات الأرض وتباين درجة ونوع النشاط البشري داخل المدينة.

ويُعنى المناخ الحضرى بدراسة التركيب الحرارى للمدينة، مكونات الهواء داخل المدينة، ميزانية الطاقة، الميزانية المائية، وحركة الهواء وتدفقه، مدى الرؤية بالاضافة الى دراسة الآثار المترتبة على ذلك فى الحاضر وفى المستقبل، وفيما يلى عرض لكل من تلك العناصر.

أولاً: التركيب الحراري للمدينة

تعد درجة الحرارة من أكثر العناصر الجوية تأثراً بالوضع الجغرافى ومتغيراته فى أى مكان على سطح الأرض، ولهذا فهى تتغير مكانياً وزمانياً بالتوافق مع التغير المكانى والزمانى للعناصر الجغرافية.

ولكل مكان على سطح الأرض حدود وخصائص حرارية هى محصلة مجموعة العوامل الجوية والأرضية التى ترسم ملامح هذا المكان، وتكون النتيجة تقسيم سطح الأرض الى أقاليم حرارية لكل منها خصائصه الحرارية التى تميزه عن الأقاليم المجاورة.

والمدينة باعتبارها نطاق أرضى لها تركيب حرارى يميزها عن المدن الأخرى تفرضه خصائص كل من الموقع والموضع والوظيفة والحجم واستخدام الأرض ودرجة النشاط البشرى بها، وفى كل الأحوال ينحرف هذا التركيب عن الحدود الحرارية العامة للاقليم الحرارى التابع له المدينة، وذلك لعدم التوافق بين المدن وأقاليمها المحيطة بها فى عدد ونوع ومستوى المتغيرات الجغرافية التى تحدد الملامح الحرارية بكل منها.

وأجمعت دراسات المناخ الحضرى على أن المدن تشكل جزراً حرارية داخل أقاليمها التى تحتويها، حيث تتميز المدن بدفء هوائها نسبيا بالمقارنة مع النطاقات المحيطة بها التى يتلاشى عندها الأمتداد العمرانى وتنخفض فيها مستويات النشاط البشرى، وترتفع فيها المساحات المكشوفة من مزارع وصحارى ومسطحات مائية، فى حين يؤدى انخفاض تسرب الاشعاع الحرارى – المتدفق داخل المدن – نحو الفضاء بسبب تكدس المبانى الى زيادة دفء شوارعها وتصبح مراكز المدن والمنطقة العمرانية الداخلية أدفأ من هوامشها، ويتشكل داخل المدينة مظهراً يعرف بالجزيرة الحرارية **Heat Island**.

نشأة الجزر الحرارية

تعرف الجزيرة بأنها مظهراً مخالفاً لما يحيط به من مظهر آخر أو مظاهر أخرى، وهكذا تعرف الجزيرة الحرارية، بأنها نطاق ترتفع فيه درجة الحرارة بشكل مخالف لما حوله من توزيع فى درجة الحرارة، ويمثل هذا النطاق قمة حرارية تنخفض درجة الحرارة بالبعد عنه فى جميع الاتجاهات.

وتتشكل الجزر الحرارية فوق نطاقات تتجمع فيها عوامل جغرافية جوية، أرضية، بشرية تساعد على رفع حرارتها بالمقارنة بالهوامش المحيطة بها التى ينخفض فيها عدد تلك العوامل، فعلى سبيل المثال يؤثر اختلاف كل من الموقع الفلكى والجغرافى، ومناسيب سطح الأرض فى توزيع درجة الحرارة داخل المدن (عوامل أرضية).

ويؤدى تباين كل من نسبة الألبيدو، وكمية الأشعة الحرارية الممتصة، تدفق الأشعاع الأرضى التى يحددها تباين نوع ولون ونسيج السطح ومستوى تعرضه لأشعة الشمس المباشرة، وتباين كمية الاشعاع الأرضى المتسرب منه نحو الفضاء الى تباين توزيع درجة الحرارة فوق سطح الأرض بشكل مباشر، ويؤثر اختلاف كل من الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، ونسبة تركز المواد العالقة، وصفاء السماء فى مدى فعالية هذا التوزيع (عوامل جوية).

ويؤثر اختلاف كل من كثافة النشاط البشرى بالمدن التى تحددها كثافة السكان، كثافه المبانى والمنشأت واستخدام الأرض، والتكدس فوق الطرق، واستهلاك الطاقة، وما ينبعث من السيارات والسكك الحديدية ومحركات الوقود الاحفورى بالمصانع ومحطات توليد الطاقة من غازات وملوثات ومواد عالقة تختلط بالغلاف الجوى فتغير مكوناته الغازية وتؤثر فى الاشعاع الشمسى المتجه للسطح وميزانية الطاقة للمكان، يؤثر ذلك فى تباين توزيع درجة الحرارة داخل المدن بشكل مباشر (عوامل بشرية).

وتتباين خصائص العوامل الجوية والأرضية والبشرية بين المدن وهوامشها من ناحية، وبين النطاقات التى تتركز فيها درجة النشاط البشرى والنطاقات التى تنخفض فيها هذا التركز داخل المدينة من ناحية أخرى، وتتشكل الجزر الحرارية فوق المدن وتزداد فعاليتها بتزايد التأثير البشرى بالمقارنة بالتأثير الأرضى والجوى، فيتأثر تدفق الاشعاع الحرارى داخل نطاقات المدينة بمدى تكدس مبانيها، وتباين ارتفاعاتها، واتساع طرقها، وتكدس السيارات فوق الطرق، بما تلفظه محركات الوقود من حرارة وغازات وملوثات نحو الشوارع، واستهلاك الطاقة داخل مبانيها السكنية ومنشآتها التجارية والصناعية .

وتزداد فعالية الجزر الحرارية حين ينبعث من الكتل الحجرية وحوائط الخرسانة المسلحة للمبانى والمنشآت والأسفلت من حرارة، وما يتسرب من أجهزة التبريد ومحركات الوقود الاحفورى فى المبانى والمنشآت من حرارة

وغازات مثل الكلوروفلوروكربون، الأوزون، ثانى اكسيد الكربون، اكاسيد النيتروجين وبخار الماء التى تسمى غازات الاحتباس الحرارى حيث تسمح بمرور الأشعة الحرارية الآتية من الشمس نحو الأرض ولا تسمح بعودة الاشعاع الأرضى إلى الفضاء فتظل الحرارة حبيسة تتدفق بين طرقات المدينة وترفع من حرارتها.

وأصبحت مراكز المدن الكبرى والمناطق الحضرية الكثيفة بها التى تتميز بارتفاع درجة النشاط البشرى تشكل قمماً حرارية تعرف بالجزر الحرارية، وتتباين شدة الجزيرة الحرارية مكانياً تبعاً لتباين درجة النشاط البشرى بكل مدينة، وتتباين زمنياً على مدار اليوم الواحد أو على مدار فصول السنة تبعاً للتباين اليومى والفصلى فى درجة التأثير البشرى الحرارى.

وتعددت الدراسات التطبيقية التى تناولت موضوع الجزر الحرارية، وتناولها عدد كبير من دارسى المناخ الحضرى على مستوى جميع قارات العالم وظهرت دراسات متنوعة تتناول العلاقة بين تكون الجزر الحرارية من ناحية وتباين شدتها من ناحية أخرى وبين المتغيرات الجغرافية المتعددة المؤثرة فى هذا التباين، وأمكن تحديد الاسباب التى تؤدى إلى نشأة الجزر الحرارية فوق مراكز المدن على النحو التالى:

١- زيادة الاشعاع الحرارى الذى تكتسبه المبانى والطرق فى المدينة، والملوثات المنتشرة فى الغلاف الجوى لها.

٢- انخفاض صافى الاشعاع الحرارى الأرضى المفقود من شوارع وطرقات المدينة بسبب ضيق الشوارع وارتفاع المبانى ونقص المساحة المكشوفة للسماء بين المبانى.

٣- انخفاض نسبة الألبيدو داخل المدينة.

٤- ارتفاع التخزين الحرارى النهارى الذى تكتسبه حوائط المبانى والطرق الممهدة بالأسفلت وانخفاضه أثناء الليل.

٥- انبعاث الحرارة من مصادر بشرية من خلال استهلاك الطاقة بالمنازل ومن محركات السيارات على الطرق ومحركات الوقود الاحفورى بالمصانع والورش ومولدات الطاقة الكهربائية بالمدينة.

٦- انخفاض فقد الحرارة الكامنة للهواء بسبب انخفاض سرعة الرياح فى شوارع المدينة.

وسجل «شندلر Chandler» (١٩٦٢) فى دراسته للمناخ الحضرى لمدينة لندن الانجليزية فارق حرارى بين مركز المدينة وهوامشها الريفية بلغ ١٠ درجات فرنهيتية بالنسبة لدرجة الحرارة الصغرى، وبلغ ٦ درجات فرنتهيتية بالنسبة لدرجة الحرارة العظمى - شكل رقم (٢٥) ، (٢٦).

ودرس «ناكامورا Nakamura» (١٩٦٧) التباين الحرارى داخل مدينة نيروبى الكينية وعلاقته. باختلاف مناسب سطح الأرض واستخدامات الأرض وكثافة المبانى وخلص الى تكون جزيرتين حرارتين الأولى تقع فوق مركز المدينة (محطة السكة الحديد) أما الثانية فتقع شمال شرق المدينة حيث يشتد التركز العمرانى.

ودرس «بورنستين Bornstein» (١٩٦٨) تباين شدة الجزيرة الحرارية بمدينة نيويورك الأمريكية على الفصول الأربعة وخلص الى ارتفاع شدة الجزيرة الحرارية فى فصل الشتاء بالقياس مع الفصول الأخرى لأن عمليات الاحتراق والتدفئة داخل المنازل والمنشآت فى الشتاء تطلق حرارة تعادل ٢٥٠٪ اكثر من الطاقة الحرارية اللتى تصل إلى سطح المدينة من الشمس.

ودرس «حتحوت Hathout» (١٩٨١) أثر تضرس مدينة وينبج الكندية وتصميم مبانيها وأشكالها الهندسية والطاقة الحرارية المتسربة من داخل المبانى نحو شوارع المدينة التى تتسبب فى حدوث الجزيرة الحرارية، وخلص الى أن



شكل رقم (٢٥): الجزيرة الحرارية فوق مدينة لندن الانجليزية

(درجة الحرارة الصغرى)



شكل رقم (٣٦): الجزيرة الحرارية فوق مدينة لندن الانجليزية

(درجة الحرارة العظمي)

نحو ٣٠٪ من مبانى المدينة تتسرب منها الطاقة الحرارية الناتجة بفعل عمليات التدفئة المنزلية نحو شوارع المدينة مما يرفع من فعالية الجزيرة الحرارية بها.

ودرس «ياماشيا Yamashita» (١٩٩٥) التركيب الافقى للجزيرة الحرارية فى مدينة طوكيو وخلص الى أنها جزيرة حرارية ضخمة يصل قطرها إلى نحو ٣٠ كم ويقع مركزها فوق مركز المدينة الحضرى.

ودرس «شرف» (١٩٩٦) التباين الحرارى داخل مدينة الاسكندرية المصرية ليلاً ونهاراً وعلاقته بالموقع الجغرافى والتركيب الوظيفى للمدينة، وكثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية واستهلاك الطاقة، وخلص الى وجود ثلاث جزر حرارية تقع فوق القلب التجارى للمدينة، وبؤره المواصلات الداخلية، ومنطقة التركز العمرانى، وترتفع فيها درجة الحرارة عن باقى نطاقات المدينة الساحلية والهامشية الرئيسية بما يتراوح بين ٥,٥°م ، ٣,٥°م، وإلى عدم وجود الجزر الحرارية أثناء الليل بسبب اختفاء دور كل من القلب التجارى والنشاط البشرى وحركة السكان فى التأثير على درجة الحرارة أثناء الليل شكل رقم (٢٧).

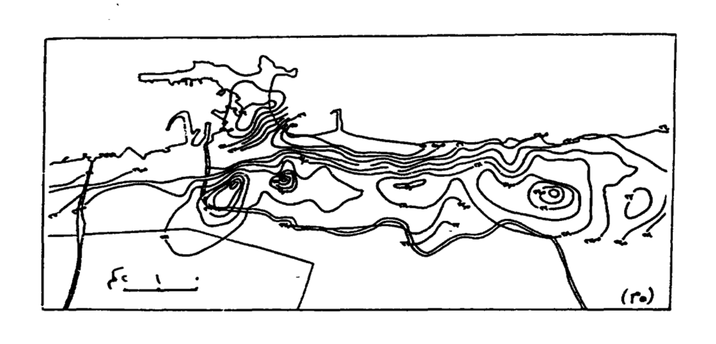
ودرس «أنجر Unger» (١٩٩٦) العلاقة بين شدة الجزيرة الحرارية بمدينة زيجد المجرية والسطح العمرانى المعقد للمدينة، الانبعاث الحرارى البشرى، والتلوث الهوائى.

ودرس «ياماشيتا» (١٩٩٦) تباين شدة الجزر الحرارية فى ثمان مدن يابانية متباينة الموقع والخصائص البيئية، وخلص الى وجود تبايناً كبيراً فى شدة الجزر الحرارية تبعاً للتباين فى التركيب العمرانى والبيئة الطبيعية بكل منها.

ودرس هافنر Hafner الجزيرة الحرارية بمدينة اتلانتا الامريكية وخلص الى وجود لختلاف فى شدة الجزيرة الحرارية بين الليل والنهار يرجع الى تباين تدفق الطاقة والاشعاع الأرضى والحرارة الكامنة للهواء.

---

(١) سيعرض الفصل الثامن هذه الدراسة بالتفصيل.



شكل رقم (٣٧) الجزر الحرارية على مدينة الاسكندرية

ويتضح مما سبق أن ظاهرة تكون الجزر الحرارية داخل المدن هى ظاهرة معقدة التكوين بسبب تشابك مجموعة كبيرة جداً من العوامل الجوية (شدة الاشعاع الشمسى، زاوية سقوط الاشعاع الشمسى، الاشعاع الأرضى، التدفق الحرارى داخل المدن، الرطوبة النسبة، سرعة الرياح، الملوثات الهوائية، الألبيدو، غطاء السحب) ومن العوامل الأرضية (مناسيب سطح الأرض – الموقع – الموضع – المسطحات المائية) ومن العوامل البشرية (كثافة السكان والمابنى والمنشآت، استخدام الأرض، استهلاك الطاقة، تكدس السيارات على الطرق، الصناعة، وغيرها)، فيكون من محصلة هذا التشابك والتفاعل والارتباط تكون الجزر الحرارية التى تتباين فى شدتها مكانيا وزمانياً وفقاً للتغير المكانى والزمانى لتلك المتغيرات الجغرافية.

ثانياً: مكونات الهواء داخل المدينة

هواء المدن هو جزء من الغلاف الجوى الغازى المحيط بالكرة الأرضية، الذى يشكل النيتروجين والاكسجين معاً نحو ٩٩,٠٣ ٪ من حجمه، وتتوزع النسبة الباقية (٠,٩٧ ٪) على باقى الغازات المكونه للغلاف الجوى وهى الأرجون، ثانى اكسيد الكربون، النيون، الهليوم، المثبان، الكريبتون، الهيدروچين، الآكسيد النيتروز، الأوزون، والاجزينيون. ومن المحتمل أن ينتاب نسب هذه الغازات بعض التغيير من مكان إلى أخر أو من وقت إلى آخر تبعاً للتغير الذى يمكن أن يحدث فى مستويات مصادرها الاساسية.

فعلى سبيل المثال تتباين نسبة ثانى اكسيد الكربون فى الهواء تبعاً لعدد الثورانات البركانية، وحجم المملكة النباتية، واحتراق الوقود الاحفورى، وقد دلت الدراسات على أن تركيز غاز ثانى اكسيد الكربون فى الهواء فى ارتفاع مستمر وأن نسبته عام ١٩٩٧ زادت بمقدار يعادل نحو ٢٨,٦ ٪ من نسبته التى كان عليها عام ١٨٥٠م(١).

(١) محمد ابراهيم شرف – ظاهرة الاحتباس الحرارى – آثارها البيئية وأبعادها الاقتصادية والسياسية فى الحاضر والمستقبل – اصدارات مجلة كلية الآداب – جامعة الاسكندرية – ١٩٩-٢٠٠٠، ص ص ٧ – ٨.

وترتفع نسب تركيز غاز ثانى اكسيد الكربون فى هواء المدن وبخاصة الصناعية منها بالمقارنة بهواء الريف وذلك لازدحام المدن بالسكان وارتفاع مستوى استهلاكهم من الطاقة ووجود المصانع وزيادة حجم حركة المواصلات وقلة المساحات النباتية .

ويعد غاز المثيان من الغازات التى تنتج عن تحلل المخلفات الحيوية تحللاً لا هوائيا فى البرك والمستنقعات والبحيرات ومياه الصرف الصحى، وقد أدى زيادة عدد سكان العالم الى زيادة النفايات البشرية وبالتالى إلى زيادة نسبة تركيز غاز الميثان على مستوى الكرة الأرضية عامة وعلى مستوى المدن خاصة . وبالمثل ينتج غاز اكسيد النيتروز من احتراق الوقود الاحفورى والمواد العضوية، ولذلك تزداد نسبته مع تزايد عمليات أحتراق الوقود فى محركات السيارات والسكك الحديدية ومحركات المصانع ومن حرق النفايات النباتية والحيوانية، وتزداد نسبة اكسيد النيتروز فى هواء المدن بالمقارنة بالمناطق الهامشية لها .

وقد تزايدت الغازات المنبعثة من مصادر بشرية مع بداية الثورة الصناعية فى النصف الأخير من القرن التاسع عشر وتطور مستويات التكنولوجيا وظهرت المدن التعدينية والصناعية ودارت آلات الاحتراق فى المصانع ومحركات توليد الطاقة الكهربائية ومحركات السيارات والسكك الحديدية ونتيجة لتنامى هذا النشاط وبخاصة فى المدن تغيرت خصائص الهواء ونسب مكوناته الغازية فوق المدن بشكل خاص وعلى مستوى سطح الأرض بشكل عام .

ولقد تزايدت الدراسات التى تناولت مشكلة التلوث الهوائى وآثارها البيئية منذ النصف الأخير من القرن العشرين بعد أن توافرت أجهزة ومراصد مخصصة لقياس نسب الغازات فى الغلاف الجوى وبخاصة فوق المدن والمناطق الصناعية وحتى فى نطاقات أخرى بعيدة عن المدن ومناطق الصناعة بغرض التعرف على الآثار البيئية التى ترتبت على زيادة الملوثات

الهوائية فى الغلاف الجوى والظواهر الجوية المرتبطة بها وتحديد مدى الإخلال بطبيعة الغلاف الجوى لمحاولة تقليل هذه الملوثات والتحكم فى انبعاثها.

فقد درس «ليتون Leighton» (١٩٦٦) الضوابط الجغرافية لتلوث الهواء فى مدن سان «ييجو» سانتا مونيكا، أوكلاند الأمريكية، وخلص إلى أن النشاط الصناعى وعوادم السيارات على الطرق يمثلان نحو ٧٥٪ من مصادر التلوث بالمدن الثلاثة.

ودرس «جارنت Garnett» (١٩٦٧) تلوث الهواء فى مدينة شيفلد الانجليزية وخلص إلى أن صناعات الحديد والصلب تطلق كبريت بمعدلات تزيد عن ١٠٠٠ طن/ سنة، ولوافظ حرارية تعادل ٢٠٪ من قيمة طاقة الاشعاع الشمسى الواصلة إليها.

ودرس «فوكوكا، ياماشيتا Fukaka & Yamashita» (١٩٧٢) تلوث الهواء فى سبع مدن يابانية بسبب انبعاث الغازات من المصانع والورش ومحركات السيارات. وأنتجا مجموعة من خرائط الخطوط المتساوية لنسب تركز ثانى أكسيد الكبريت وربطا بين هذا التوزيع وتوزيع درجة حرارة الهواء بالمدن المدروسة.

ودرس «فوكوكا Fukoka» (١٩٧٩) تلوث الهواء بمدينة لوس أنجلوس الأمريكية بغازات الأوزون، أول أكسيد الكربون، ثانى أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، والتوزيع الجغرافى لنسب تركيز هذه الملوثات على شهور السنه وعلاقة ذلك بدرجة الحرارة، سرعة واتجاه الرياح، وتضرس سطح المدينة.

ودرس «فوكوكا Fukoka» (١٩٨٠) تلوث الهواء فى مدينة هيروشيما بثانى أكسيد الكبريت والمواد العالقة الصلبة، وعلاقة توزيع نسب تركيز كل منها بتوزيع درجة الحرارة داخل المدينة، وخلص إلى وجود علاقة جوهرية عكسية قوية بينها.

عرض «دوجلاس Douglas»دراسة «جارنت Garnett» (١٩٨١) عن تلوث الهواء فى مدينة شينج كونج بالصين وخلص إلى أن تلك المدينة بها أعلى معدلات تركيز ثانى أكسيد الكبريت بالقياس مع ست مدن صينية أخرى مما أدى إلى ظهور الأمطار الحمضية التى تسبب مشكلات بيئية كبرى.

ودرس «مصيلحى» (١٩٨٦) تلوث الهواء بمدينة جدة السعودية، وخلص إلى أن منطقة مصنع الاسمنت شمال مدينة جدة، ومنطقة حى الجامعة شرق المطار القديم، ومنطقة السوق المركزية تعد من مناطق ترسيب المواد الغبارية الرئيسية، حيث يتراوح فيها معدل ترسيب المواد الغبارية بين ٥٠١طن/ ميل^{٢}/ شهر، ٧١ طناً/ ميل^{٢}/ شهر. وأن هذه المواد الغبارية تحتوى على عناصر ضارة جداً بالإنسان والمزروعات والكائنات الحية.

ودرست «شاور» (١٩٨٧) تلوث الهواء بحلوان بمدينة القاهرة بسبب انبعاث الملوثات من صناعات الحديد والصلب وصناعة الأسمنت، والضوابط الجغرافية المؤثرة فى سقوط تلك الملوثات والأتربة بحلوان، وخلصت إلى أن معدل سقوط الملوثات والأتربة بحلوان يبلغ ٣٠٣,٣٤ طن/ كم^{٢}/ شهر وهو من أكبر معدلات سقوط الأتربة على مستوى العالم.

ودرس «بكير» (١٩٩١) تلوث الهواء فى مدينة الاسكندرية وضوابطه الجغرافية، وخلص إلى أن النشاط الصناعى، حركة المرور، الكثافة السكانية العالية من أهم العوامل التى تؤثر فى تلوث الهواء فى الاسكندرية، وهى تتضافر مع خصائص الموقع، التوزيع الحرارى، اتجاهات وسرعة الرياح فى توزيع ملوثات الهواء، وأن تلوث الهواء بالإسكندرية وصل إلى مستويات تفوق الحد المسموح به دولياً.

ودرس «ماسوهارا Maswhara» (١٩٩١) أثر النمو الحضرى لمدينة طوكيو فى إنبعاث غاز أول أكسيد الكربون من محركات السيارات وقام بتقدير تركيز غاز أول أكسيد الكربون كمتغير يتبع التغير فى حجم المرور داخل المدينة.

وقام «بريجس وزملاؤه Briggs & Oghers» (١٩٩٧) بتقدير تركيز، غاز ثانى أكسيد النيتروجين بمدن أمستردام الهولندية، هودرزفيلد الانجليزية، براغ التشيكية اعتماداً على أربع متغيرات هى حجم المرور، أطوال الطرق، إستخدام الأرض، مناسيب سطح الأرض، وأنتج مجموعة خرائط رقمية لتوزيع مستويات التلوث بغاز ثانى أكسيد النيتروجين بتلك المدن.

درس «الوسيمى El-Wassimy» (١٩٩٨) العلاقة بين نظام حركة المواصلات والبيئة الحضرية بمدينة الاسكندرية، وخلص إلى وجود علاقة قوية بين تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون وحجم المرور بشوارع المدينة، وأن أعلى نسب تركيز لثانى أكسيد الكربون توجد فى النطاقات كثيفة المبانى والسكان وبخاصة فى المنطقة بين سيدى جابر وفيكتوريا.

ودرس «الجزايرلى (١٩٩٩) أثر صناعة السماد بطلخا فى تلوث الهواء بمدينتى طلخا والمنصورة بغازات أول أكسيد الكربون، ثانى أكسيد الكربون، غاز النشادر، ثانى أكسيد النيتروجين، وخلص إلى زيادة حدة التلوث بالمدينتين فى الفترة بين شهرى يونيو، سبتمبر من كل عام حيث تزداد نسب اتجاهات الرياح الشمالية، الشمالية الغربية.

ودرس «بالك Balk» (١٩٩٩) إتجاهات ودوامات تدفق وتشتت الملوثات فى شوارع المدينة بشكل عام، وخلص إلى أنه كلما زادت النسبة بين إرتفاع المبانى والمسافة العرضية بينهم كلما زادت عدد دوامات تدفق الملوثات عبر الشوارع.

ودرس هاريسون Harrison، (٢٠٠٠) تلوث الهواء بالمدن الكورية، وخلص إلى أن نحو ٨٠٪ من ملوثات الهواء بمدينة سول تنبعث من مركبات النقل على الطرق، وتبلغ النسبة نفسها نحو ٥٠٪ فى مدن تيجو، كوتجهو، تيجون وأن إجمالى كمية الملوثات المنبعثة من مركبات النقل فى المدن الثلاث تقدر بنحو ١,٦ مليون طن سنوياً.

وتدل الدراسات السابقة على أن هواء المدن بخاصة والغلاف الجوى بعامة انتابه التغيير عن حالته الطبيعية المستقرة، وأن مصادر التلوث الهوائى أصبحت متعددة وهى تتوافق مع حجم النشاط البشرى الكبير والمتنامى وبخاصة الأنشطة الصناعية، وحركة النقل والمواصلات، وأن توزيع الملوثات بالمدن يؤثر فى ميزانية الطاقة ويعرض سكانها لأخطار صحية جسيمة.

ثالثاً: ميزانية الطاقة

تتوقف ميزانية الطاقة داخل المدينة على صافى الاشعاع الحرارى الواصل إلى سطح الأرض، وكميته التى يعكسها (الألبيدو) والتى يمتصها ثم تنبعث منه على هيئة اشعاع أرضى، وبشكل عام تنخفض نسبة الألبيدو وترتفع نسبة الأشعة الحرارية التى يمتصها سطح المدينة بالمقارنة مع النطاقات الريفية الهامشية أو الساحلية أو المساحات الأخرى المكشوفة، وذلك بسبب ارتفاع كثافة كل من المبانى والمنشآت والطرق الممهدة بالأسفلت بالمدن بالمقارنة بهوامشها، ويظهر ذلك بشكل أساسى داخل قلب المدينة والنطاقات الصناعية بها.

ويتأثر تدفق الطاقة داخل المدينة أيضا بمورفولوجيتها وتوزيع صور استخدام الأرض فيها، فيتأثر تدفق الطاقة داخل المدينة بمدى اتساع الشوارع وارتفاعات المبانى وأشكالها الهندسية، وتركز السكان فى النطاقات السكنية، وانتشار الملوثات التى تتزايد فى النطاقات الصناعية وعلى الطرق الرئيسية بالمدينة التى تتكدس فيها حركة وسائل النقل والمواصلات، وتوزيع المساحات الفضاء والمساحات الخضراء، واختراق الأنهار أو القنوات المائية لكتلة المدينة.

ولقد تناولت دراسات المناخ الحضرى تباين نسبة الألبيدو داخل المدن، فدرست «عايدة Aida» (١٩٨١) هذا الموضوع بالتطبيق على مدينة طوكيو اليابانية وخلصت الى وجود انخفاض فى نسبة الألبيدو فى نطاق مساحته ١٠ كيلو مترات مربعة فوق مركز المدينة، وأن التغير الفصلى لنسبة الألبيدو ضعيف جداً فى النطاقات الحضرية بالقياس مع النطاقات الريفية الهامشية.

ودرس «جويتا، روير Goita & Royer» (١٩٩٣) نسبة الألبيدو في مدينة إنسوجو بمالى وخلص إلى أن نسبة الألبيدو تنخفض بنحو ١٥٪ في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة وبنحو ٨٪ في الجزء الشمالي لها بسبب زحف النمو الحضرى نحو تلك النطاقات على حساب الغطاء النباتى.

وتدل الدراستان السابقتان على انخفاض نسبة الألبيدو في النطاقات الحضرية التي يتركز فيها السكان والمباني والمنشآت الخدمية، والتجارية، والصناعية، ويمتد بداخلها شبكة كبيرة من الطرق متباينة الاتساع والطول تربط أجزاءها ببعضها، وينخفض فيها المساحات المكشوفة. ويتوافق الانخفاض في نسبة الألبيدو مع الامتداد الحضرى والنمو العمرانى داخل المدن على حساب المساحات النباتية أو على حساب المساحات المكشوفة. ويدل انخفاض نسبة الألبيدو في النطاقات الحضرية بالمقارنة بالنطاقات الريفية أو المكشوفة على ارتفاع كمية الاشعاع الحرارى الممتص داخل النطاقات الحضرية بالمقارنة مع كمية النطاقات الريفية أو المكشوفة.

أما أثر مورفولوجية المدينة في ميزانية الطاقة داخل المدينة فقد أكدها كل من «باترسون Patterson» (١٩٦٩)، «تيرجانج Terjung»، (١٩٧٠) في دراستهما على مدينة لوس أنجلوس الأمريكية، فقد أكد الأول زيادة الاشعاع الحرارى طويل الموجة المرتد من سطح الأرض (الاشعاع الأرضى) بنحو ١٤٪ في قلب المدينة بالقياس مع هوامشها الخارجية، وأكد الثانى أن القيم العاليه لتسرب الطاقة تظهر في شمال وجنوب شرق المدينة، والقيم المنخفضة لتسرب الطاقة تقع في مركز المدينة والأطراف الصناعية التي تتزايد فيها ملوثات الهواء بشكل كثيف.

ودرس «جريموند Grimmond» (١٩٩٤)، (١٩٩٥) أثر مورفولوجية المدينة على تدفق الطاقة في دراستين موزعتين على سبع مدن أمريكية، وخلصت الى

وجود علاقة قوية بين مورفولوچية المدينة وصور استخدام الأرض فى توزيع الاشعاع الحرارى وتدفقة خلال نطاقات المدينة وأن هذا التدفق يكون أعظم فى قلب المدينة ونطاقات الصناعات الخفيفة.

وتدل الدراسات السابقة على ارتفاع نسبة الاشعاع الأرضى الحرارى فى مركز (قلب) المدينة بالمقارنة مع النطاقات الأخرى، وأرتفاع تدفق الاشعاع الحرارى وانخفاض تسربه نحو الفضاء فى مركز المدينة والنطاقات الصناعية بها حيث يساعد على ذلك زيادة تركز الملوثات من الصناعة ووسائل النقل والمواصلات، من جهة، وتكدس المبانى وضيق الشوارع بينها من جهة أخرى.

رابعاً: الميزانية المائية

وتتوزع بين عنصرى التساقط والتبخر، ويعتمد التساقط هنا على التباين المكانى والزمانى للأمطار الذى يتحدد بالاقاليم المطرية على مستوى العالم، ولكن المقصود به هنا بمدى ركود كمية الأمطار الساقطة على المدن وأثر ذلك على معدلات التبخر والرطوبة النسبية داخل المدينة، وتشير الدراسات التى تناولت الميزانية المائية بالمدن الى ارتفاع معدلات التبخر داخل المدن بالمقارنة بالنطاقات الريفية المجاورة لها وذلك بسبب ارتفاع حرارة المدن نسبيا عن النطاقات المحيطة بها، وأيضا بسبب احتباس الطاقة وتدفقها داخل طرقات المدن وبين مبانيها فترفع من معدلات التبخر.

ولا تحتفظ المدن بمياه الأمطار الساقطة عليها مدة طويلة كما يحدث فى النطاقات الريفية المجاورة بسبب وجود شبكات تصريف مياه الأمطار داخل المدن وبالتالى سرعان ما تجف طرقات المدن ويتبخر غير المنصرف من كميات الأمطار، وترتفع الرطوبة النسبية بها، وعلى العكس من ذلك فإن المدن الخالية من شبكات لصرف مياه الأمطار ينخفض فيها معدل تسرب مياه

الأمطار الراكدة داخل الأرض وذلك لأن المياه تستقر فوق طرق ممهدة وأسفلتية ينخفض فيها معدل نفاذية المياه فتستقر المياه فوقها مدة أطول وترتفع الرطوبة النسبية بها.

خامساً: حركة الهواء وتدفقه

تعتمد حركة الهواء وتدفقه داخل المدن على مورفولوجية المدينة بشكل أساسي، حيث تشكل المباني وارتفاعاتها حاجزاً يعوق الانسياب الطبيعي للرياح، ولذلك يتباين حركة الهواء وتدفقه داخل طرقات المدينة فيشتد في النطاقات التي يتفق امتداد شوارعها مع اتجاه حركة الرياح وينخفض في النطقات الأخرى.

وتنخفض سرعة الرياح في مراكز المدن بالمقارنة بهوامشها، حيث يؤدي ارتفاع كثافة المباني في قلب المدينة إلى تشتت تدفق الهواء مما يقلل من سرعته واستقراره.

وفي المدن الساحلية تتأثر حركة نسيم البحر بمورفولوجية المدينة وينخفض تأثيره بالبعد عن الساحل، وتتباين معدلات انخفاض تأثير نسيم البحر بالمدن تبعاً لتباين مورفولوجية كل منها، حيث يؤدي تكدس المباني وزيادة ارتفاعاتها وضيق الشوارع بينها وبخاصة العمودية على خط الساحل بالنطاقات الساحلية الى التقليل من تأثير نسيم البحر في النطاقات التالية لتلك المباني في الاتجاه المقابل لساحل البحر، في حين تزداد فعالية نسيم البحر ووصوله إلى نطاقات بعيده عن الساحل في حالة انخفاض كثافة المباني المطلة على الساحل وزيادة الفواصل بينها واتساع الشوارع العمودية على خط الساحل.

وتؤثر حركة الهواء وتدفقه على توزيع درجة الحرارة داخل نطاقات المدينة، وتوزيع بخار الماء، ونقل الملوثات والمواد العالقة من مصادرها الى نطاقات أخرى مجاورة، وانتشار الروائح الكريهة، كما يؤدي تدفق نسيم البحر

إلى تجديد هواء المدينة واستنشاق الاملاح المفيدة التى يحملها، وزيادة الرطوبة النسبية بالهواء، وانخفاض حرارة النطاقات الساحلية أثناء النهار بالمقارنة بالنطاقات الداخلية.

سادساً: مدي الرؤية

وهو من العناصر الجوية الهامة التى لها انعكاسات خطيرة على حركة النقل والمواصلات داخل المدن وبخاصة على طرق النقل بالسيارات وفوق مهابط الطائرات وداخل القنوات الملاحية، وتتباين مدى الرؤية تبعاً لتباين نسبة كل من الغبار والمواد العالقة وبخار الماء فى الجو. وتتأثر نسبة الغبار والمواد العالقة بالجو بشكل مباشر بسرعة الهواء واتجاهه وتدفقه داخل المدن وعلاقة ذلك بمواقع مصادر الغبار وبخاصة الصناعى حيث يزداد النشاط الصناعى على هوامش المدن وبداخلها، فيتدفق الغبار والدخان من مداخن تلك المصانع متأثراً بسرعة واتجاه الرياح، كما يتأثر أيضاً انتشار الغبار بتباين درجة حرارة هواء المدينة والرطوبة النسبية،، فتنخفض كثافة الغبار والمواد العالقة بهواء المدينة بزيادة درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية، فى حين تزداد كثافته واستقراره فى الجو بانخفاض درجة الحرارة وزيادة نسبة بخار الماء فى الجو وينخفض بذلك مدى الرؤية، ويسمى فى هذه الحالة بضباب المدن.

وتشكل المسطحات المائية المالحة، والانهار والقنوات المائية، السبخات، البحيرات، وشوارع المدينة المشبعة بمياه الأمطار المصادر الأساسية لبخار الماء فوق المدن، وعندما يحدث الضباب كمحصلة انخفاض درجة حرارة الهواء الى دون نقطة الندى فى الليالى الباردة ينخفض مدى الرؤية داخل المدن.

ويؤدى انخفاض مدى الرؤية داخل المدن الى اعاقة حركة السير على الطرق وحركة الطيران بالمطارات، مما يتسبب فى عدم انتظام العمل والارتباك داخل ادارات المدن.

الآثار الحيوية للمناخ الحضري

لمناخ المدينة انعكاسات وآثار سلبية على صحة الانسان والنباتات المزروعة بطرقاتها، فيؤدى ارتفاع درجة الحرارة واحتباس الطاقة وتدفقها داخل طرقاتها وارتفاع الرطوبة النسبية وزيادة انتشار الملوثات والمواد العالقة إلى الأحساس بضيق التنفس عند الانسان ويؤدى ذلك إلى ارتفاع وفيات السكان وامكانية تعرضهم لضربة الشمس.

ويؤثر مناخ المدينة أيضا فى نمو النباتات المزروعة بداخلها بغرض تنقية هواءها وتقليل نسبة تركيز ثانى اكسيد الكربون، إلا أن ارتفاع الملوثات الهوائية يتسبب فى بطء نمو النباتات وتقزمها.

الآثار الكيميائية للمناخ الحضري

يؤدى زيادة تركز الملوثات الغازية الكيميائية المنبعثة من مركبات النقل والمواصلات داخل المدينة ومن المصانع والورش المنتشرة بها ومن احتراق الوقود بالمنازل ومن عمليات التدفئة وتدخين التبغ الى تحول مياه الأمطار الساقطة عليها الى محاليل حمضية.

وتعد غازات ثانى اكسيد الكبريت (SO_2) وأكاسيد النيتروچين (اكسيد النيتروز No، ثانى اكسيد النيتروچين No_2)، ثانى اكسيد الكربون Co_2 أهم الغازات المسببة للحمضية، وهذه الغازات تنبعث بكميات كبيرة من خلال عمليات احتراق الوقود الأحفورى المستخدم فى ادارة محركات السيارات والسكك الحديدية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وآلات المصانع واستهلاك الطاقة فى المنازل.

ونتيجة لارتفاع نسب الملوثات الهوائية بالمدن تتغير كيميائية الهواء فوقها، وتستنشق الكائنات الحية هواء حمضى، حيث تتحد جزئيات بخار الماء العالق

بالهواء مع تلك الغازات مكونة ارسابات حمضية متطايره، أو تتحد جزئيات مياه الأمطار الساقطة مع تلك الغازات مكونة محاليل حمضية تتجمع على الطرقات وأسطح المنازل وفى المساحات المكشوفة المنخفضة.

وتؤثر الارسابات الحمضية الجافة الموجودة فى الهواء على صحة الانسان فتسبب له صعوبة فى التنفس وزيادة تركزيها يؤدى إلى الاصابة بأمراض الجهاز التنفسى، كما يؤدى تركز العناصر المسممة مثل الرصاص، الزنك، القصدير، الزئبق الى مشكلات صحية قد تسبب الوفاة.

وتؤثر الامطار الحمضية فى النمو النباتى للاشجار المزروعة بالمدينة بواسطة تأثرها بحموضة التربة فينخفض معدل النمو النباتى، وينخفض سمك جذوع النبات والمجموع الخضرى.

ويؤثر التساقط الحمضى فى المبانى والاساسات والمنشآت والأعمال الفنية الحجرية بالمدن فيتفاعل مع مواد البناء الحجرية وبخاصة الحجر الجيرى والمعادن وبخاصة حديد التسليح والنقوش المعدنية، كما تؤثر فى البلاستيك والطلاء والمواد الاسمنتية.

وقد تعرضت كثير من القصور والمعابد والهياكل الأثرية فى العديد من مدن العالم إلى التآكل والنحت والإذابة بسبب التساقط الحمضى، وقد ظهرت هذه الاضرار بشكل كبير فى العديد من المدن الأوروبية المجاورة للنطاق الصناعى فى غرب أوروبا، ففى مدينة استكهولم السويدية أصاب الضرر الحمضى القصر الملكى وبعض الكنائس، وفى مدينة أثينا اليونانية أصاب الضرر الحمضى المعابد والهياكل الحجرية القديمة، وفى إيطاليا أصاب الضرر الحمضى برج بيزا

المائل (أحد عجائب الدنيا)، وتم حصر نحو ٢٧ مدينة سوفيتية تتعرض مبانيها للنحت والاذابة والتآكل بسبب التركيز المرتفع للامطار الحمضية[1].

وبعد.. نخلص من العرض السابق إلي أن تطور اتجاهات الدراسة في مجال المناخ الحضري هو محصلة التطور الكبير في طرق جمع البيانات وتحليلها وتوافر البيانات المناخية من مصادر أرضية، جوية، فضائية، وسهولة ربطها بأجهزة الحاسب الآلي عبر برامج متعددة مما ساعد الباحثين في الوصول إلي نتائج دقيقة أدت إلي زيادة الادراك بالظواهر الجوية فوق المدن وجعلتهم قادرين علي تفسير ظواهر جوية متنوعة بكل دقة و طرح أسئلة جديدة تبحث عن مفاهيم جديدة أكثر دقة لتفسر علاقات النظام البيئي وتعكس استمرارية علمية لا حدود لها، وهو ما سوف يعود بلا شك بالنفع علي الانسان ونشاطه علي سطح الكرة الأرضية.

---

(١) محمد ابراهيم محمد شرف – المناخ والبيئة – دار المعرفة الجامعية – الاسكندرية – ٢٠٠٥، ص ٣٦٥.

دراسة تطبيقية في المناخ الحضري
التركيب الحراري لمدينة الاسكندرية

- مقدمة
- الموقع الجغرافي للاسكندرية
- التركيب الوظيفي للمدينة
- كثافة السكان
- كثافة المباني
- كثافة المنشآت الصناعية
- توزيع درجة حرارة الاسكندرية نهاراً
- توزيع درجة حرارة الاسكندرية ليلاً

مقدمة:

يهتم البحث الجغرافى بدراسة العلاقة بين المناخ والإنسان. فالمناخ والإنسان متلازمان يؤثر كل منهما فى الآخر، فيؤثر المناخ فى جميع الأنشطة التى يزاولها الإنسان ويغير الانسان - دون قصد - من مناخ بيئته نتيجة مزاولته لأنشطته ومحاولاته المستمرة للاستفادة من الموارد المتاحة. فإذا كانت عمليات ازالة الغابات، وشق القنوات غيرت من الأحوال المناخية الاقليمية فإن كل مسكن ومصنع ومبنى فى المدينة يغير من المناخ ليس فقط بداخله ولكن خارج حوائطه أيضاً(١).

وما أن تنمو المدينة وتتسع رقعتها ويتضخم حجم سكانها حتى تكون لنفسها نوعاً من المناخ المحلى الخاص بها ينشأ عن طبيعة الحياة فيها يعرف بمناخ المدينة أو المناخ الحضرى، فمن المعروف أن المدن تشكل مناخاتها وبخاصة بعد هذا النمو العظيم فى العمران والصناعة والنقل والمواصلات الذى طرأ فى النصف الثانى من القرن العشرين(٢).

وتتباين المدن فى خصائص مناخاتها تبعاً لاختلاف مواقعها ومواضعها وأحجام سكانها ووظيفة كل منها، فى حين تتباين خصائص مناخ المدينة الواحدة تبعاً لتباين تركيبها الوظيفى وتوزيع استخدامات الأرض على امتدادها، بالإضافة إلى تباين درجة النشاط البشرى بين نطاقاتها والتى تحددها كثافة سكانها ومبانيها ومنشآتها.

وبصفة عامة فإن التباين فى توزيع كثافة السكان والمبانى والمنشآت الصناعية وما ينبعث من الكتل الحجرية وقوالب الطوب وحوائط الخرسانة المسلحة لتلك المبانى والمنشآت وأجهزة التكييف والسيارات والسكك الحديدية

---

(1) Volume 128, 1962, Chandler, T. J., London's Urban Geography Jornal, pp. 279 - 302.

(2) Smith, K., Principles of Applied Climatoloty, England, 1957, p. 65.

والأسفلت فى الشوارع من حرارة صناعية وما يترتب على ذلك من تباين نسبة الألبيدو التى تنخفض مع زيادة استخدامات الأرض وترتفع فى المساحات المكشوفة(١) - كل هذا يؤدى إلى تفاوت خصائص المناخ بين منطقة وأخرى داخل الامتداد العمرانى للمدينة من ناحية، وبين المنطقة العمرانية الداخلية بالمدينة والنطاقات الخارجية الهامشية لها من ناحية أخرى.

والإسكندرية واحدة من أبرز المدن الأفريقية وموانئ البحر المتوسط ، وهى ميناء مصر الأول، وثانى المدن المصرية بعد القاهرة من حيث الحجم (بلغ عدد سكانها حوالى ٢,٩ مليون نسمة عام ١٩٨٦(٢)، وأهم المراكز الصناعية فى مصر حيث يتركز بها نحو ٣٠٪ من صناعات مصر المختلفة، وأحد طرفى أقدم خط سكة حديد فى أفريقيا (القاهرة/ الاسكندرية)(٣). وينتهى بساحلها ترعتا المحمودية والنوبارية أهم الترع الملاحية فى مصر وكل منهما شرياناً ملاحياً مائياً يربط ميناء الاسكندرية بباقى نطاقات مصر، فضلاً عن كونها مدينة ساحلية تمتد بشكل شريطى ساحلى فيما بين البحر المتوسط شمالاً وبحيرة مريوط جنوباً حيث فرض هذا الموضع عليها الخطة الشريطية منذ بداية نشأتها - شكل رقم (٢٨).

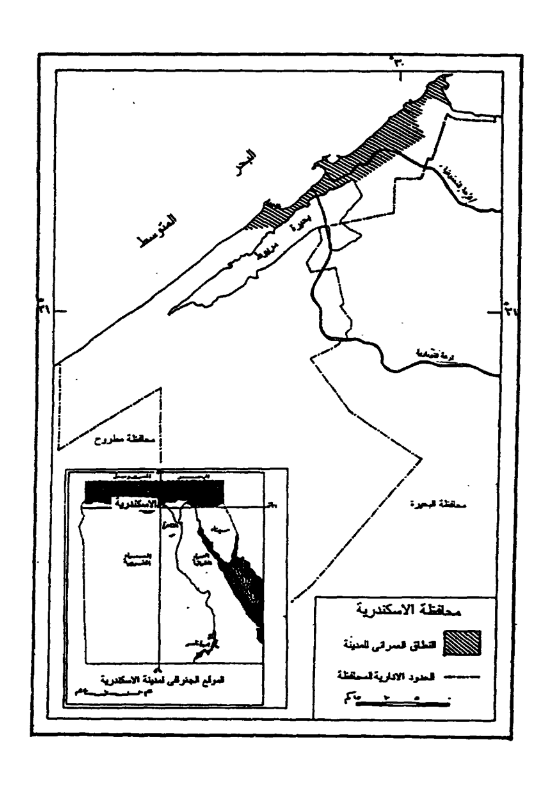
ومن المتوقع أن تفرض كل هذه المتغيرات الجغرافية والوظيفية وغيرها التى تنفرد بها الإسكندرية عن باقى المدن المصرية تغييراً وتعديلاً فى المناخ الإقليمى - الذى تقع داخل محيطه الاسكندرية - يكون من نتيجته أن يتشكل مناخ خاص بمدينة الاسكندرية.

وتعد درجة الحرارة أهم العناصر المناخية التى تتأثر بالوضع الجغرافى والتركيب الوظيفى للمدينة لذا إستهدف هذا البحث دراسة درجة حرارة مدينة

(1) Griffiths, J. Applied Climatology, An Introduction, London, 1967, p. 107.

(٢) الجهاز المركزى للتعبئة والاحصاء ، التعداد العام للسكان والأسكان عام ١٩٩٦ .

(٣) افتتح عام ١٨٧٦ م، كما ورد فى : محمد صبحى عبد الحكيم - مدينة الاسكندرية - مكتبة مصر - القاهرة - ١٩٨٠ ، ص ١٥٥.


البحر
المتوسط
بحيرة
مريوط
محافظة مطروح
محافظة البحيرة
الاسكندرية
الموقع الجغرافي لمدينة الاسكندرية
محافظة الاسكندرية
النطاق العمراني للمدينة
الحدود الادارية للمحافظة

شكل رقم (٢٨)

الاسكندرية كإحدى أهم عناصر المناخ العمرانى للمدينة(١)، بيد أن هذا الهدف كان صعب المنال فى بادئ الأمر وذلك لسبب جوهرى يكمن فى أنه يلزم لهذه الدراسة قياسات لدرجة الحرارة فى مواقع متعددة داخل وخارج النطاق العمرانى للمدينة وعلى فترات مختلفة خلال اليوم الواحد، ولايوجد بالاسكندرية سوى ثلاث محطات فقط للأرصاد الجوية تقع أثنتان منها خارج النطاق العمرانى للمدينة(٢) وقد دفع هذا الأمر الباحث إلى القيام بقياس درجة الحرارة بأجهزته الخاصة وذلك على محاور متعددة بالمدينة وأوقات مختلفة تناسب طبيعة الدراسة.

وقد أستخدم ثرمومتر اللكترونى فى قياس درجة الحرارة بمواقع مختارة عشوائياً تتوزع مع امتداد الطرق الرئيسية بالمدينة تراوحت المسافة بين كل منها بين نصف كيلو متر، كيلومترين وبلغ عددها ثمانية وتسعين موقعاً.(٣) شكل رقم (٢٩)

وقد تم قياس درجة الحرارة فى الظل وعلى ارتفاع حوالى ١,٥ متراً فوق سطح الأرض، وفى وقت واحد، وعلى فترتين الأولى فى نهار يوم الأحد ١٧ أبريل ١٩٩٤، والثانية فى فجر يوم الأثنين ١٨ أبريل ١٩٩٤، وتمكن الباحث من تصميم خريطتين حراريتين للمدينة تعدان الأساس الذى اعتمد عليه فى هذه الدراسة.

ومن الأهمية بمكان أن نتعرف على خصائص كل من الموقع الجغرافى والموضع الذى تقوم عليه الاسكندرية بالإضافة إلى خرائط التركيب الوظيفى

---

(٣) تعتبر مدينة الاسكندرية أول مدينة مصرية تحظى بمثل هذه الدراسة المناخية التطبيقية.

(٢) محطات تابعة لهيئة الأرصاد الجوية وهى محطة الإسكندرية أو النزهة وتقع جنوب الاسكندرية بمطار الاسكندرية، محط الدخيلة على الساحل الغربى للمدينة بمطار الدخيلة الحربى. محط كوم الناضورة وتقع فى وسط المدينة بقسم اللبان.

(٣) أستخدم فى عمليات الرصد خمسة ثرمومترات الكترونية طراز Casio Electronic Thermometer UC-110 يستغرق الجهاز منها حوالى ثمانى ثوان لتحديد درجة الحرارة للرصدة الواحدة، ووزعت الأجهزة على فريق عمل بحيث خصص لكل جهاز قياس درجة الحرارة فى عشرين موقعاً خلال فترة تراوحت مدتها بين عشرين وثلاثين دقيقة تقريباً تفاوتت تبعاً لتفاوت كثافة المرور فى المدينة . وقد قام الباحث بمعايرة تلك الأجهزة قبل بدء الرصد.

مواقع رصد درجة الحرارة على امتداد مدينة الاسكندرية

شكل رقم (٢٩)

للمدينة وخرائط توزيع كثافة كل من السكان والمبانئ والمنشآت الصناعية قبل تحليل الخريطة الحرارية للمدينة بإعتبارها متغيرات جغرافية عمرانية أساسية تتدخل فى تحديد ملامح الخريطة الحرارية حتى يسهل الربط بين تلك المتغيرات وتوزيع درجة الحرارة بعد ذلك.

الموقع الجغرافي للاسكندرية:

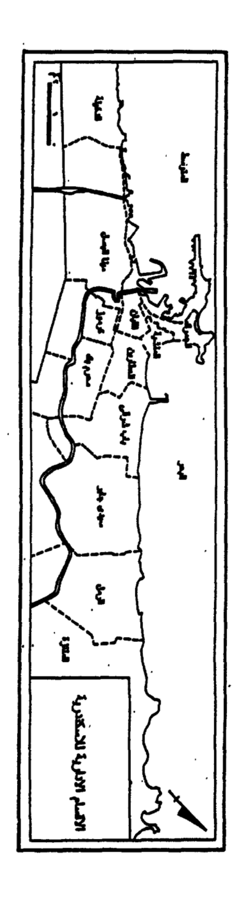
تقع مدينة الاسكندرية على الساحل الشمالى الغربى لجمهورية مصر العربية وهى تشغل شريطاً ساحلياً ضيقاً يقع بين البحر المتوسط فى الشمال وبحيرة مريوط فى الجنوب وخليج أبى قير فى الشرق وباقى نطاق الساحل الشمالي الغربي فى الغرب، وتمتد المدينة فيما بين درجتي عرض ٣٣َ ٥٠، ٣١ْ ٤٢َ، ١٩ ٣١ْ شمالا، وخطى طول ١٢َ ٤ ٢٩°، ٢٥َ ٤ ٣٠ْ شرقاً، ويبلغ أقصى امتداد للنطاق العمراني للمدينة حوالى ٤٠ كيلو متراً بين ضاحية أبى قير فى الشرق وحتى منطقة أبو تلات – غرب منطقة العجمى – فى الغرب، وحوالى ٤,٥ كيلو مترات بين ساحل البحر فى الشمال ونهاية منطقة السيوف فى الجنوب.

ويبرز من الجزء الأوسط للشريط الساحلى للمدينة شبه جزيرة تظهر بمثابة رقبة عريضة من اليابس تقسم المسطح المائى للبحر إلى قسمين شرقى وغربى(١)، يعد الأول ميناءً خاصاً بسفن الصيد الأهلية والرياضيات البحرية والثانى يمثل الميناء التجارى للمدينة، ويقوم على هذه الرقبة الآن قسمان إداريان من أقسام المدينة هما الجمرك والمنشية أقدم أقسام المدينة الحديثة عمراناً وأصبح الأول أكثف نطاقات الاسكندرية سكاناً أما الثانى فهو مركز القلب التجارى لها كما سوف يتضح لاحقاً – شكل رقم (٣٠) (٢).

---

(١) تمثل هذه الرقبة لساناً صناعياً يصل بين جزيرة فاروس المقابلة للساحل وبين الساحل القديم للاسكندرية وقد بنى فى العصر البطلمى ثم نما وزاد عرضه مع الزمن حتى أصبح الآن عبارة عن الرقبة العريضة البارزة من الساحل، وظلت الاسكندرية حتى عصر محمد على لا تشغل سوى هذه الرقبة.

(٢) تنقسم المدينة حالياً إلى ثلاثة عشر قسماً إدارياً هى المنتزة، الرمل، سيد جابر، باب شرقى، محرم بك، العطارين، المنشية، كرموز، الجمرك، اللبان، مينا البصل، الدخيلة، العامرية .



شكل رقم (٣٠)

ويساهم هذا الموضع الساحلى للمدينة فى تأثرها بنسيم البحر خلال فترة النهار حيث يعمل الهواء الآتى من البحر – الأبرد نسبياً من اليابس المجاور – علي تلطيف الجو وزيادة نسبة الرطوبة وإنخفاض درجة الحرارة العظمى بالمدينة بالنسبة للمدن الأخرى غير الساحلية، وعلى العكس من ذلك يسود نسيم البر ويتبدل اتجاه الرياح المحلية عندما تصبح مياة البحر أدفأ نسبياً من اليابس المجاور أثناء فترة الليل مما يعمل على ارتفاع درجة الحرارة الصغرى بالنسبة للمدن الأخرى غير الساحلية. وهذا يؤدى إلى إنخفاض المدى الحرارى اليومى بالمقارنة بباقى المدن غير الساحلية. وتقل تلك المؤثرات البحرية بالاتجاه بعيداً عن ساحل البحر صوب النطاقات الداخلية للمدينة فتنخفض سرعة الرياح ونسبة الرطوبة ويضعف أثر البحر فى تعديل درجة الحرارة حيث تتركز المبانى العالية (سبعة طوابق فأكثر) فى قلب المدينة وهى تشكل حائطاً خرسانياً يمنع تلك المؤثرات عن النطاق العمرانى الداخلى للمدينة[1]، ولايجد الهواء الآتى من البحر طريقه إلى داخل المدينة إلا عبر فتحات الطرق العمودية على خط الساحل التى تفصل بين المبانى المواجهة للساحل، وتتوقف قوته وأثره على اتساع وامتداد تلك الطرق.

التركيب الوظيفي للمدينة:

نمت الاسكندرية الحديثة واتسعت مساحتها وتعددت وظائفها بفضل مجموعة من العوامل يأتى فى مقدمتها أنها ميناء مصر الأول – أهم وأكبر منافذ التجارة المصرية – الذى تم ربطه بجميع أنحاء مصر عبر ترعة المحمودية التى ظلت على اتصال بالميناء منذ إفتتاحها عم ١٨٢١ وحتى عام ١٩٧٠م – قرابة قرن ونصف قرن – ثم عبر ترعة النوبارية التى تم ربطها بميناء الاسكندرية عام ١٩٧٠ وحلت محل المحمودية كخط ملاحى من الدرجة الأولى يمتاز

---

(١) يرتبط ارتفاع المبانى المواجهة لساحل البحر بثمن الأرض المرتفع جداً بهذا النطاق مما يدفع الملاك إلى زيادة طوابق المبانى لتعويض المدفوع فى ثمن الأرض ولتحقيق أعلى عائد من بيع الوحدات السكنية المتميزة فى وقوعها على البحر وتمتعها بمشاهدته.

بإتساع مجراه وإتصاله المباشر بميناء الاسكندرية[1]، بالإضافة إلى الخط الحديدى بين الاسكندرية والقاهرة الذى يربط الميناء بجميع أنحاء مصر أيضاً.

كما تعد الاسكندرية أهم المراكز الصناعية فى مصر وقد شهدت المدينة نمواً صناعياً كبيراً أفاد التطور المستمر فى مينائها وسهولة اتصالها بداخل وخارج مصر، وانتشرت مصانعها عند نهايات محاورها الشرقية والغربية وبإمتداد ترعة المحمودية.

ويخدم المدينة ظهير زراعى تبلغ مساحته ٩٧٣٩٠ فداناً يتوزع على نطاقين يحتل الأول الهوامش الجنوبية الشرقية للمدينة متاخماً لأراضى مركز كفر الدوار بمحافظة البحيرة تبلغ مساحته ٢٥٤٥٧ فداناً وهو ما يعادل نحو ٢٧٪ من جملة الأراضى الزراعية بمحافظة الاسكندرية، فى حين يشتمل النطاق الثانى على الأراضى الزراعية بالهوامش الغربية والجنوبية الغربية (إقليم مريوط ومنطقة العامرية) الواقعة إلى الجنوب من بحيرة مريوط – التى تمثل حاجزاً مائياً يفصله عن النطاق العمرانى للمدينة – البالغ مساحتها ٧١٩٣٣ فداناً وهو ما يمثل نحو ٧٤٪ من جملة المساحة الزراعية بمحافظة الاسكندرية[2].

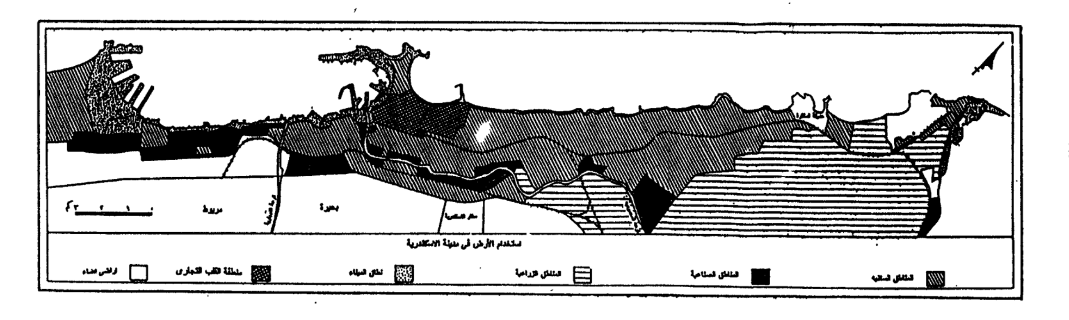
وقد فرض هذا الواقع الوظيفى للمدينة وضعاً عمرانياً تباينت فيه صور استخدام الأرض من حيث المكان والمساحة والكثافة أثر بدوره على درجة النشاط البشرى بين أحياء المدينة الأمر الذى ينعكس بدوره على توزيع درجة الحرارة على امتداد المدينة. ويوضح الشكل رقم (٣١) توزيع استخدامات الأرض داخل مدينة الاسكندرية ويتضح من تتبعه الحقائق التالية:

١- تنقسم النطاقات السكنية بالمدينة من حيث الامتداد إلى نطاقين، الأول متصل يمتد بامتداد الشريط الساحلى من رأس المنتزة فى الشرق وحتى

---

(١) محمد ابراهيم محمد حسن شرف – ترعة النوبارية وآثارها على الامتداد العمرانى والتوسع الزراعى فى غرب الدلتا – رسالة ماجستير غير منشورة – جامعة الاسكندرية – ١٩٧٨، ص ٢٧٩.

(٢) مديرية الزراعة – قسم الشئون الزراعية – محافظة الاسكندرية – بيانات غير منشورة ١٩٩٠.


استخدام الأرض في مدينة الاسكندرية
المناطق السكنية
المناطق الصناعية
المناطق الزراعية
نطاق الميناء
منطقة القلب التجاري
أراضي فضاء
مريوط
بحيرة

شكل رقم (٣١)

الورديان فى الغرب. أما الثانى فهو مكون من ضواحى سكنية تفصل بينها أما نطاقات صناعية كما هو الحال بين الورديان والمكس، والمكس – الداخيلة ، الدخيلة – العجمى، أو نطاقات عسكرية ومساحات فضاء، كما هو الحال بين المنتزة وأبى قير.

٢- تقع منطقة القلب التجارى داخل النطاق العمرانى المتصل وبالتحديد فى الجزء الجنوبى من الرقبة[1]، وهذه المنطقة هى بؤرة نشاط المدينة حيث يتركز فيها الأعمال التجارية الكبرى والمحلات التجارية وبيوت المال، كما أنها بؤرة كثافة المرور فى المدينة حيث تنتهى إليها الطرق الرئيسية بالإضافة إلى وجود كل من محطة السكة الحديد ومحطة الركاب البحرية على اطرافها الخارجية. كما أنها معبر مرورى للاتجاه من شرق المدينة إلى غربها.

ومن الملاحظ ميدانياً أنه مع اتساع مدينة الاسكندرية زاد انتشار بعض المحلات التجارية وانفاصلها عن القلب التجارى، وظهرت العديد من المناطق التجارية الثانوية مثل منطقة الابراهيمية، ومنطقة باكوس على سبيل المثال، كما زاد انتشار بيوت المال من بنوك وشركات صرافة فى معظم أحياء الاسكندرية وهذا يؤدى بدوره إلى تخفيف الضغط على منطقة القلب التجارى الرئيسية بالمدينة التى لازالت تشهد ذروة النشاط أثناء النهار حيث تموج شوارعها ومبانيها بالحركة والنشاط وتكاد تخلو من السكان والحركة أثناء الليل.

٣- يخترق النطاق السكنى المتصل خط السكة الحديد الرئيسى بالمدينة الذى يمتد من النهاية الجنوبية لمنطقة القلب التجارى – منطقة محطة مصر – متجهاً مع الإمتداد الشرقى للمدينة إلى أبى قير متمثلاً فى خط سكة حديد إسكندرية – أبى قير الذى يتفرع منه عند المعمورة خط آخر ينتهى فى رشيد

---

(١) يحده ساحل البحر فى الشمال، شارع قناة السويس فى الشرق ، شارع البحرية فى الغرب ، وامتداد شارع حسين فهمى مع شارع شريف ثم أساكل الغلال جنوباً. وهو بذلك يحتل مساحة تتوزع على أقسام الجمرك والمنشية واللبان والعطارين.

بمحافظة البحيرة، كما يتفرع من الخط الرئيسى عند سيدى جابر فرعان الأول خط سكة حديد اسكندرية - القاهرة ويسلك اتجاهاً جنوبياً شرقياً نحو كفر الدوار بمحافظة البحيرة متجهاً إلى القاهرة. والثانى خط سكة حديد اسكندرية - مطروح باتجاه الغرب الذى يخرج منه خط ثانوى يتجه داخل الميناء الغربية بمنطقة القبارى حتى أرصفة الشحن والتفريغ ليربط الميناء بخطوط السكك الحديدية الرئيسية داخل وخارج المدينة.

٤- تنقسم النطاقات الصناعية بالمدينة إلى ثلاثة نطاقات رئيسية، يمتد الأول بمحاذاة ترعة المحمودية وعلى جنبيها من ميناالبصل فى الغرب مروراً بكرموز ثم محرم بك ثم الحضرة ثم سيد جابر ثم باكوس ثم السيوف فى الشرق. ويمتد الثانى بمحاذاة الشريط الساحلى لخليج أبى قير فى أقصى شرق المدينة، ويمتد الثالث بمحاذاة الشريط الساحلى للميناء الغربية من الورديان مروراً بالمكس ثم الدخيلة وحتى العجمى، وفى حين يخترق النطاق الأول الأجزاء الجنوبية من النطاق السكنى المتصل بالمدينة يفصل كل من النطاقين الثانى والثالث بين الضواحى السكنية بالمدينة كما أشرنا من قبل.

٥- تقع النطاقات الزراعية على الهوامش الشرقية والجنوبية الشرقية للنطاق العمرانى المتصل للمدينة وبخاصة فى نطاق أقسام سيدى جابر والرمل والمنتزة، وهى نطاقات متاخمة للأراضى الزراعية بمركز كفر الدوار بمحافظة البحيرة[١].

٦- يشغل نطاق الميناء التجارى شريطاً ساحلياً ضيقاً يبدأ من الأطراف الغربية للرقبة من رأس التين وحتى رأس العجمى فى الغرب، وهو نطاق ينعزل بأسواره المحيطة به عن المدينة وأن كان يعدّ من أهم عوامل نمو وازدهار وظائف المدينة، ومن أهم الملاحظات الميدانية المتعلقة بالميناء أنه لا يقتصر وجود المخازن داخل الميناء فحسب بل امتدت إلى خارجه أيضاً وهى

---

(١) فضلاً عن النطاق الزراعى فى الهوامش الغربية والجنوبية الغربية التابعة لحى العامرية والتى يفصلها عن النطاق العمرانى للمدينة بحيرة مريوط.

تشغل مساحات واسعة تجاور وتقابل أسوار الميناء، وتؤدى عمليات الشحن والتفريغ والنقل إلى كثافة مرور الشاحنات والقاطرات ووسائل النقل الثقيل والخفيف بالطرق الممتدة بمحاذاة أسواره وعلى محاور أبوابه مما يشكل أردحاماً مرورياً لا مثيل له بالمقارنة بالنطاقات الأخرى من المدينة.

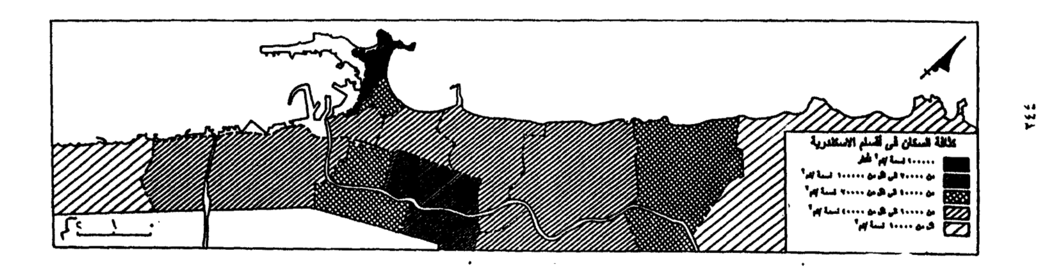
٧- تتوزع مساحات عديدة فضاء أو خاصة بالاستخدامات العسكرية فى نطاقين رئيسيين الأول غرب المدينة فى النطاق المحصور بين الهوامش الجنوبية للضواحى السكنية والمصانع فى الغرب وبين الساحل الشمالى لبحيرة مريوط. والثانى شرق المدينة بين المعمورة وضاحية أبى قير من جهة وبين أبى قير ومنطقة المعدية نهاية الحد الشرقى لمحافظة الاسكندرية من جهة أخرى.

كثافة السكان:

تعد كثافة السكان من أهم العوامل المؤثرة فى درجة حرارة المدينة، فكونها نتاجاً للعلاقة بين المساحة وعدد السكان فإرتفاع الكثافة السكانية يعنى ارتفاع كثافة النشاط البشرى داخل المساحة المأهولة بالسكان. فيتزايد استهلاك الطاقة وأعداد السيارات والمخابز والمحلات التجارية وورش الخدمات وغيرها من صور النشاط البشرى، وبإختلاف توزيع الكثافة السكانية على إمتداد المدينة تتباين درجة الحرارة من مكان لآخر داخل المدينة.

وتعد مدينة الاسكندرية ثانى المدن المصرية من حيث الحجم السكانى – بعد القاهرة – فقد بلغ عدد سكانها ٢٩٢٦٨٥٩ نسمة وهو ما يعادل نحو ٦,١ ٪ من سكان مصر عام ١٩٨٦، وهم يتوزعون على مساحة تقدر بحوالى ٢٥٥٧,٨٥ كيلو متراً مربعاً. ويبلغ بذلك المعدل العام لكثافة السكان بها نحو ١١٤٤ نسمة فى الكيلومتر المربع عام ١٩٨٦. ويتفاوت توزيع الكثافة السكانية على إمتداد المدينة، ويوضح الشكل رقم (٣٢)، وتوزيع كثافة السكان على مستوى أقسام الاسكندرية عام ١٩٨٦.

ومن أهم ما يمكن ملاحظته من تتبع الشكل رقم (٣٢) هو اتفاق توزيع الكثافة السكانية مع التطور العمرانى والتركيب الوظيفى لها. فأقدم المناطق



شكل رقم (٣٢)

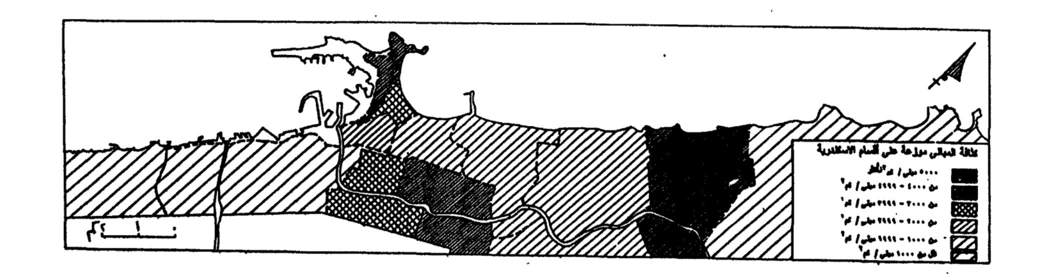
عمراناً أكثرها كثافة والعكس صحيح. فتصل الكثافة السكانية إلى أعلى معدلاتها حيث تزيد عن ١٠٠ ألف نسمة فى الكيلو متر المربع فى قسم الجمرك أقدم مناطق المدينة عمراناً فى العصور الحديثة . فى حين تصل الكثافة السكانية إلى أدنى معدلاتها حيث تقل عن ١٠ آلاف نسمة فى الكيلو المربع فى أقسام المنتزة والدخيلة والعامرية وهى أقسام أطراف المدينة حيث يضم كل من قسمى الدخيلة والعامرية والعامرية المنطقة الغربية للمدينة ذات السمات الصحراوية بينما يشمل قسم المنتزة النطاق الزارعى شرق الاسكندرية، ولاشك فى أن أتساع رقعة هذه الأقسام قد إنعكست على إنخفاض الكثافة فيها بالمقارنة بباقى أقسام المدينة.

وتتفق كثافة السكان إلى حد كبير مع التركيب الوظيفى للمدينة، فيلاحظ أيضاً من الشكل رقم (٣٢) إن فئات الكثافة العالية (أكثر من ٤٠٠٠ نسمة فى الكيلو متر المربع) تشمل أقسام الجمرك ظهير الميناء، محرم بك، كرموز، الرمل، حيث تتوزع معظم الصناعات المتاخمة لترعة المحمودية، والمنشية مركز القلب التجارى، فى حين يلاحظ أن فئات الكثافة المنخفضة تشمل أقسام الأطراف التى تشتمل على الظهير الزراعى فى الشرق أو التى يتركز فيها سياحة الأصطياف بشكل كبير فى الغرب.

كثافة المباني:

من الطبيعى أن يتفق توزيع كثافة المبانى مع توزيع كثافة السكان وكل منها يعد متغيراً من المتغيرات التى تؤثر فى توزيع درجة الحرارة بالمدينة، وتعنى الكثافة المرتفعة للمبانى زيادة ما ينبعث من تلك الكتل الحجرية من حرارة اكتسبتها خلال فترة سطوع الشمس مما يؤدى بدوره إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط بها، ويوضح كل من الشكل رقم (٣٣)، وتوزيع كثافة المبانى على أقسام الاسكندرية عام ١٩٨٦ .

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٣٣) اتفاق توزيع كثافة المبانى إلى حد كبير مع كثافة السكان، فقد ارتفعت كثافة المبانى إلى أكثر من ٣٠٠٠ مبنى فى الكيلومتر المربع فى كل من قسم الجمرك أعلى الأقسام فى كثافة السكان، يليه قسم محرم بك ثانى أعلى الأقسام فى كثافة السكان. ثم قسم الرمل رابع أعلى


كثافة المباني موزعة على أقسام الإسكندرية
٥٠٠٠ مبنى / كم٢ فأكثر
من ٤٠٠٠ - ٤٩٩٩ مبنى / كم٢
من ٣٠٠٠ - ٣٩٩٩ مبنى / كم٢
من ٢٠٠٠ - ٢٩٩٩ مبنى / كم٢
من ١٠٠٠ - ١٩٩٩ مبنى / كم٢
أقل من ١٠٠٠ مبنى / كم٢
٢كم

شكل رقم (٣٢)

الأقسام فى كثافة السكان، والمنشية ثالث أعلى الأقسام فى كثافة السكان، ثم كرموز خامس أعلى الأقسام فى كثافة السكان.

وتنخفض كثافة المبانى إلى أقل من ٣٠٠٠ مبنى فى الكيلومتر المربع فى الأحياء الراقية ومناطق الأصطياف حيث تكثر المساكن الخاصة وتتسع مساحة المبنى السكنى بشكل عام، ويتضح ذلك جلياً فى أقسام المنتزة ، سيدى جابر، باب شرقى، وفى الأقسام التى تنتشر فيها مخازن الميناء والنطاق الصناعى غرب الاسكندرية كما هو الحال فى مينا البصل، الداخيلة، العامرية، حيث تحتل هذه الاستخدامات مساحات تتداخل مع النطاقات السكنية وتفصل بينها كما هو الحال فى قسم مينا البصل حيث تفصل منطقة المدابغ بين النطاقات السكنية بالورديان والمكس، وفى قسم الدخيلة حيث تفصل صناعات الأسمنت والبتروكيماويات والكيمائية بين النطاقات السكنية بالمكس والدخيلة.

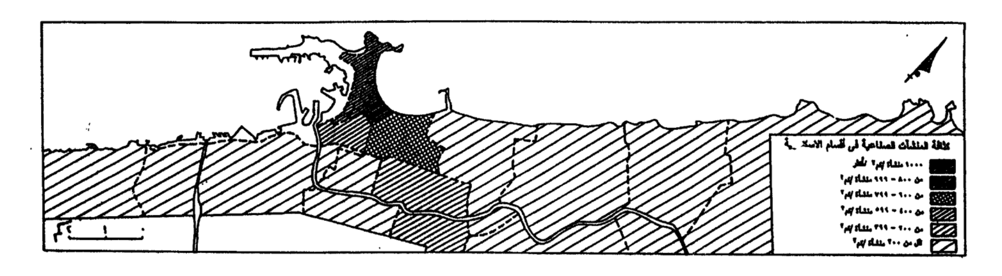
كثافة المنشآت الصناعية:

للمدينة صناعاتها المتميزة، وهى إما يدوية وتوجد غالباً بجوار منطقة القلب التجارى مثل صناعة الزجاج والنحاس والحدايد والأثاث والجلود والمنسوجات على سبيل المثال – أو صناعات حديثة تمتاز بمبانيها الواسعة ووجود المداخن المرتفعة، وقد سبق أن تتبعنا التوزيع الجغرافى للنطاقات الصناعية التى تضم الصناعات الأخيرة من خلال تتبع خريطة التركيب الوظيفى حيث يكون من السهل تمييز مثل هذه المصانع الكبيرة ذات المنشآت الواسعة الحكومية، أما الصناعات اليدوية والصغيرة المنتشرة داخل النطاق العمرانى التى تحتل مساحات تقع أسفل المبانى السكنية أو بعض وحدات المبنى السكنى أحياناً أو مساحات مستقلة تجاور المبانى السكانية – فمن الصعب أن تفصل عن النطاق العمرانى ويكون لها بالغ الأثر فى تباين درجة حرارة المدينة، فمعظم هذه الصناعات تكون تحويلية تستهلك كميات كبيرة من موارد الوقود والطاقة، الأمر الذى يودى إلى ارتفاع درجة الحرارة أثناء وقت تشغيلها، وقت النهار فى الأغلب فى المنطاق التى تشتمل عليها.

ويوضح الشكل رقم (٣٤) توزيع كثافة المنشآت الصناعية (عدا الحكومية) على أقسام الاسكندرية عام ١٩٨٦ حيث يتبين ارتفاع كثافة المنشآت الصناعية إلى أكثر من ٤٠٠ منشأة فى الكيلو متر المربع فى منطقة القلب التجارى للمدينة حيث يمثل قسم المنشية أعلى كثافة فى المنشآت الصناعية يليه قسم الجمرك ثم قسم العطارين ثم قسم اللبان وهى الأقسام التى تضم منطقة القلب التجارى، ويمثل عدد المنشآت الصناعية المنتجة للغزل والنسيج والملابس والجلود ما يشكل حوالى ٦٨ ٪ من جملة عدد المنشآت الصناعية بقسم المنشية ٥٩ ٪ من الجملة نفسها بقسم الجمرك، ٧٠ ٪ من الجملة نفسها بقسم العطارين، ١٩,٧ ٪ من الجملة نفسها بقسم اللبان وهى صناعات تخدم الحركة التجارية فى منطقة القلب التجارى التى تنتشر فيها المحلات التجارية التى تتخصص فى بيع مثل هذه المنتجات.

وتشكل عدد المنشآت الصناعية المنتجة للمنتجات المعدنية حوالى ١٨,٦ ٪ من جملة عدد المنشآت الصناعية بقسم المنشية، ٢٥ ٪ من الجملة نفسها بقسم الجمرك، ١٧,٥ ٪ من الجملة نفسها بقسم العطارين، ٥٤ ٪ من الجملة نفسه بقسم اللبان. ويلاحظ ارتفاع النسبة بقسمى اللبان والجمرك فضلاً عن ارتفاعها أيضاً بقسم مينا البصل الذى يقع خارج منطقة القلب التجارى، ويرجع السبب الرئيسى لارتفاع نسبة عدد المنشآت الصناعية المنتجة للمنتجات المعدنية بهذه الأقسام إلى مجاورة أراضيها لامتداد ميناء الاسكندرية من رأس التين وحتى الورديان فى الغرب. والملاحظ ميدانياً أن معظم هذه المنشآت تخدم أغراض السفن وحركة الشحن والتفريغ فى المقام الأول مثل صناعة الصهاريج والخطاطيف والجنازير والاسلاك المعدينة والأوناش.

وتنخفض كثافة المنشآت الصناعية إلى أقل من ٤٠٠ منشأة فى الكيلومتر المربع فى باقى أقسام الاسكندرية التى تبتعد عن الميناء ومنطقة القلب التجارى حيث تتركز فيها المنشآت الصناعية الحكومية سواء الموزعة فى نطاق ترعة المحمودية أو عند الأطراف الشرقية والغربية للمدينة حيث تبتعد نسبياً عن النطاق العمرانى الكثيف بالمدينة.



كثافة المنشآت الصناعية في أقسام الاسكندرية
١٠٠٠ منشأة/كم٢ فأكثر
من ٨٠٠ – ٩٩٩ منشأة/كم٢
من ٦٠٠ – ٧٩٩ منشأة/كم٢
من ٤٠٠ – ٥٩٩ منشأة/كم٢
من ٢٠٠ – ٣٩٩ منشأة/كم٢
أقل من ٢٠٠ منشأة/كم٢
٠ ١ ٢ كم

شكل رقم (٢٤)

وتصنف المخابز ضمن المنشآت الصناعية الخاصة بصناعة المواد الغذائية، ويرى الباحث أن هذه المخابز تساهم بشكل مؤثر في درجة الحرارة داخل النطاق السكني وبخاصة اذا تعددت وتقاربت المسافة بينها. ويوضح الشكل رقم (٣٥) توزيع كثافة المخابز على أقسام الاسكندرية عام ١٩٨٦.

ويلاحظ من تتبع الشكل رقم (٣٥) أن أعلى كثافة للمخابز توجد في قسم الجمرك وهو أعلى الأقسام في كثافة السكان وكثافة المباني من جهة كما أنه القسم الوحيد الذي يخدم الميناءين الشرقية والغربية، والأول خاص بسفن الصيد الأهلية والتي تجهز بالمياة والمؤن الغذائية من المنطقة المجاورة له – منطقة الأنفوشي – بقسم الجمرك، ورغم المساحة الصغيرة لقسم الجمرك (١,٠٧ كم٢) يتركز فيه حوالي ٥٢ مخبزاً في حين تمثل مساحة المنتزة (١٠٨,٦كم٢) نحو مائة مرة تقريباً مثل مساحة قسم الجمرك ويتركز به حوالي ١٢٠ مخبزاً فقط.

ولايمكن أن نغفل دور استهلاك الطاقة المنزلي في التأثير على درجة حرارة المدينة ومن الطبيعي أن يرتبط استهلاك الطاقة بعدة عوامل يأتي في مقدمتها كثافة السكان وحجم الأسرة والمستوى المعيشي والثقافي للسكان، ويتباين متوسط استهلاك السكان من الكهرباء، واسطوانات غاز البوتجاز بين انحاء الاسكندرية .

ويتراوح متوسط استهلاك المشترك من الكهرباء بين ٨٢٢ كيلو وات / ساعة في منطقة سابا باشا بقسم الرمل –٢٤٧٠,- كيلو وات / ساعة في منطقة وسط البلد، ويدل ذلك على ارتفاع متوسط استهلاك المشترك من الكهرباء في منطقة القلب التجاري بالنسبة لباقي نطاقات الاسكندرية.

أما بالنسبة لتوزيع اسطوانات البوتاجاز فيتراوح جملة أعدادها المباعة بين ٥٨٠٣٣ أسطوانة بالدخيلة، ٩٤٤٩٧٨ أسطوانة في الرمل عام ١٩٩٠ حيث تتراوح أعدادها فتزيد عن ٩٠٠ ألف اسطوانة في قسمي المنتزة والرمل، وبين ٦٠٠ ألف، ٨٩٩ ألف اسطوانة في باب شرقي، وبين ٣٠٠ ألف، ٥٩٩ ألف اسطوانة في محرم بك وكرموز، وتقل عن ٣٠٠ ألف اسطوانة في باقي الاقسام.

كثافة المقابر موزعة على أقسام الاسكندرية

من ٣٠ – ٣٩ مقبرة / كم٢

من ٢٠ – ٢٩ مقبرة / كم٢

من ١٠ – ١٩ مقبرة / كم٢

أقل من ١٠ مقبرة / كم٢

٠ ١ ٢ كم

شكل رقم (٣٥)

درجة حرارة الاسكندرية نهاراً:

يفضل قياس درجة حرارة المدينة فى طقس مستقر خال من السحب والرياح القوية، وعلى هذا الأساس وبعد ملاحظة مستمرة ومتابعة للأحوال الجوية تم رصد درجة الحرارة فى الساعة الرابعة من مساء يوم الأحد الموافق ١٧ ابريل عام ١٩٩٤[١]، وقد صممت الخريطة الحرارية بالشكل رقم (٣٦) إعتماداً على درجات الحرارة المرصودة فى هذا الوقت.

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٣٦) الذى يوضح توزيع درجة الحرارة بمدينة الاسكندرية فى الساعة الرابعة من مساء يوم الأحد ١٧ ابريل ١٩٩٤ الحقائق التالية:

١- تأخذ خطوط الحرارة المتساوية إمتداداًطولياً يتفق مع الامتداد الشريطى للمدينة موازياً لخط الساحل تقريباً وتتزايد قيم هذه الخطوط بالبعد عن ساحل البحر وباتجاه الجنوب لتصل اقصاها فى النطاقات الوسطى من المدينة ثم تقل بعد ذلك فى اتجاه النطاقات الجنوبية المتاخمة لبحيرة مريوط والظهير الزراعى فى الجنوب. ويدل ذلك على ارتفاع درجة الحرارة تدريجياً من النطاقات الساحلية فى الشمال نحو النطاقات الداخلية ثم انخفاضها تدريجياً بعد ذلك نحو النطاقات الجنوبية للمدينة.

٢- تعد النطاقات الساحلية الشمالية أقل نطاقات المدينة حرارة فقد تراوحت فيها قيم خطوط الحرارة المتساوية بين ٢٥ْم، ٢٨,٥ْم، كما تعد النطاقات الداخلية للمدينة أعلى نطاقات المدينة حرارة حيث تراوحت فيها قيم خطوط الحرارة المتساوية بين ٣٠، ٣٠,٥ْم، فى حين تروا‌حت قيم خطوط الحرارة المتساوية بين ٢٧ْم، ٢٨,٥ْم فى النطاقات الجنوبية للمدينة.

٣- بلغ المدى الحرارى بين أقل قيمة حرارية فى النطاقات الساحلية وأعلى قيمة حرارية فى النطاقات الداخلية ٥,٥ْم، فى حين بلغ المدى الحرارى بين أقل

---

(١) أعلنت هيئة الارصاد الجوية فى نشرتها اليومية بأن درجة الحرارة العظمى ٣٢ْم ودرجة الحرارة الصغرى ١٤ْم، لهذا اليوم.

شكل رقم (٣٦)

قيمة حرارية فى النطاقات الجنوبية وأعلى قيمة حرارية فى النطاقات الداخلية ٣,٥ْم، وتباين معدل الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن ساحل البحر صوب النطاقات الداخلية للمدينة فبلغ نصف درجة مئوية لكل ١٣٠ متراً فى المتوسط بالاتجاه نحو مناطق كرموز ومحطة مصر ومحرم بك وسيدى جابر، وبلغ نصف درجة مئوية لكل ٢٦٠ متراً فى المتوسط بالاتجاه جنوباً نحو منطقة باكوس فى حين بلغ معدل الانخفاض التدريجى فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن النطاقات الداخلية صوب الظهير الزراعى وبحيرة مريوط نصف درجة مئوية لكل ٣٢٥ متراً فى المتوسط بالاتجاه جنوباً من مناطق مينا البصل وكرموز ومحطة مصر ومحرم بك، وبلغ نصف درجة مئوية لكل ٥٧٥ متراً فى المتوسط بالاتجاه جنوباً من منطقة سيد جابر، وبلغ نصف درجة مئوية لكل ٣٠٠ متراً فى المتوسط بالاتجاه جنوباً من باكوس.

ويعنى ذلك أن معدل الانخفاض التدريجى فى درجة الحرارة الذى يبدأ من النطاقات الداخلية للمدينة – أعلى نطاقات المدينة حرارة – ويتجه صوب الساحل يكون اسرع من مثيله المتجه صوب الظهير الزراعى وبحيرة مريوط جنوباً. ويرجع السبب فى ذلك إلى عامل القرب من البحر فى الشمال حيث تنخفض درجة الحرارة بالاتجاه من النطاقات الداخلية نحو ساحل البحر – الأبرد نسبياً من اليابس المجاور ومصدر نسيم البحر الذى يقوى اثره فى النطاقات المتاخمة للساحل – بدرجة أكبر من انخفاضها بالاتجاه نحو الجنوب صوب الظهير الزراعى وبحيرة مريوط جنوباً. ويرجع السبب فى ذلك إلى عامل القرب من البحر فى الشمال حيث تنخفض درجة الحرارة بالاتجاه من النطاقات الداخلية نحو ساحل البحر – الأبرد نسبياً من اليابس المجاور ومصدر نسيم البحر الذى يقوى اثره فى النطاقات المتاخمة للساحل – بدرجة أكبر من انخفاضها بالاتجاه نحو الجنوب صوب الظهير الزراعى وبحيرة مريوط مروراً بالنطاق الصناعى المتاخم لترعة المحمودية حيث ترفع الحرارة المنبعثة من المصانع

درجة حرارة الهواء فضلاً عن ارتفاع درجة حرارة مياه بحيرة مريوط الأقل عمقاً بالنسبة لمياه البحر.

٤- يمكن تمييز ثلاث جزرحرارية على امتداد المدنية[1]، تراوحت فيها درجة الحرارة بين ٣٠، ٣٠,٥ْم، الأولى تقع فوق منطقتى كوم الشقافة والطويجية فى أقصى جنوب غرب الرقبة وتتبعان قسمي مينا البصل وكرموز على الترتيب، وسجلت فيها أعلى درجة حرارة ٣٠ْم والثانية تقع فوق منطقة محطة مصر بالقرب من موقع المحطة الرئيسية للسكة الحديد - وتتبع قسم محرم بك وهى تبعد عن الجزيرة الأولى بحوالى كيلو متر ونصف ناحية الشرق وسجلت فيها أعلى درجة حرارة ٣٠,٥ْم، أما الجزيرة الثالثة فهى تقع فوق منطقة باكوس - شرق الإسكندرية - وتتبع قسم الرمل وتبعد عن الجزيرة الثانية بحوالى ٨,٥ كيلو متراً جهة الشرق وسجلت فيها أعلى درجة حرارة ٣٠ْم.

٥- يلاحظ وجود جزيرة حرارية فوق منطقة الجمرك - فوق الرقبة - تصل درجة الحرارة فيها إلى ٢٩ْم، أى تقل درجة مئوية واحدة عن جزيرتى كوم الشقافة والطويجى، باكوس، وتقل درجة ونصف درجة عن جزيرة محطة مصر، ويرجع انخفاض درجة حرارة هذه الجزيرة الحرارية بالنسبة للجزر الحرارية الثلاث الأولى إلى كونها أقربهم لساحل البحر الذى يحيط بها من ثلاثة إتجاهات - من الشرق والشمال والغرب - فيصلها نسيم البحر من ثلاثة اتجاهات مختلفة مما يعمل على انخفاض درجة الحرارة هنا بالمقارنة بالنطاقات الأخرى الداخلية.

يتضح من العرض السابق تباين توزيع درجة الحرارة على امتداد المدينة سواء بالاتجاه جنوباً من النطاقات الساحلية فى الشمال صوب النطاقات الداخلية ثم النطاقات الجنوبية، أو بالاتجاه من النطاقات الغربية صوب النطاقات الشرقية،

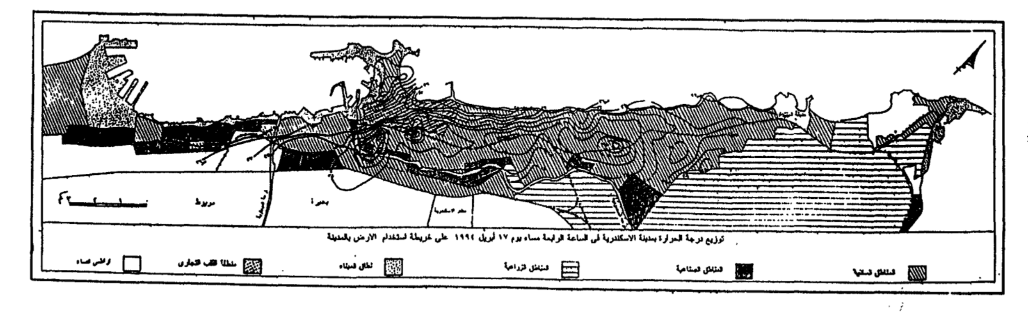
---

(١) تعرف الجزيرة الحرارية بأنها أعلى مناطق المدينة حرارة حيث يتزايد التركيز العمرانى وانبعاث الحرارة من المبانى والكتل الحجرية والخرسانية والطرق الاسفلتية.

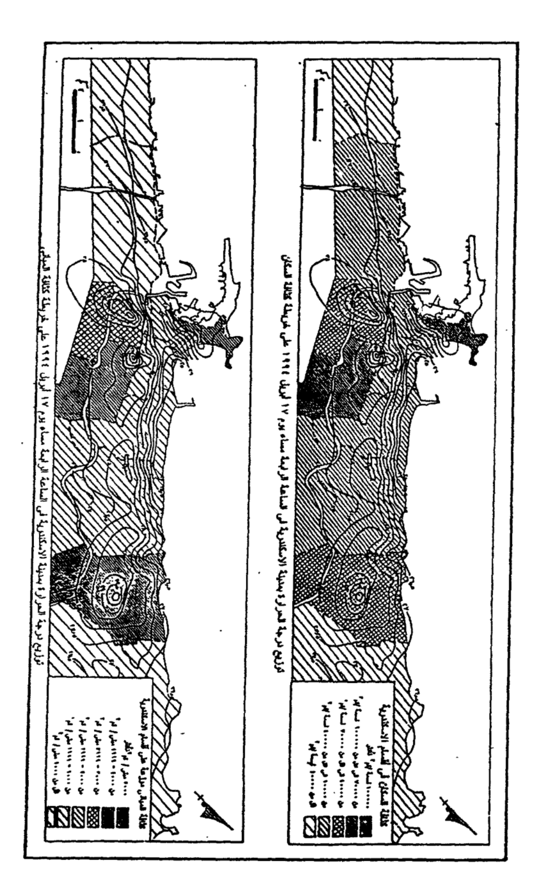
- Smith, K., op. cit., p. 57.

ويرجع هذا التباين إلى اختلاف صور استخدام الأرض بامتداد المدينة واختلاف توزيع كثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية وما يرتبط بها من استهلاك الطاقة بمختلف صورها وما ينبعث من كل منها من حرارة. ولكى نتعرف على مدى العلاقة بين توزيع درجة حرارة المدينة وتلك المتغيرات المذكورة نقوم بمطابقة الخريطة الحرارية للمدينة – شكل رقم (٣٦) مع كل من خريطة التركيب الوظيفى وخريطة الكثافة السكانية وخريطة كثافة المبانى وخريطة كثافة المنشآت الصناعي وخريطة كثافة المخابز – الاشكال من رقم (٣١) وحتى رقم (٣٥) ونحصل على الاشكال رقم (٣٧، ٣٨، ٣٩) التى نستنتج من متابعتها الحقائق التالية:

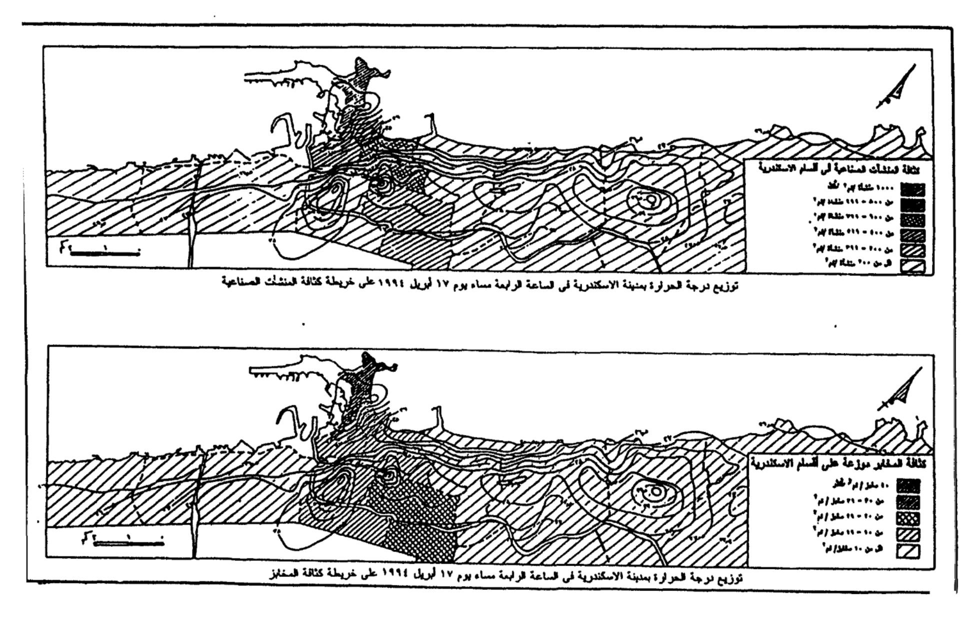
١- ترتفع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل نحو النطاقات الداخلية ثم تنخفض بعد ذلك صوب بحيرة مريوط والظهير الزراعى، وقد أشرنا سابقاً إلى أن معدل الانخفاض التدريجى لدرجة الحرارة من النطاقات الداخلية نحو الساحل يكون أكبر من مثيله نحو الظهير الزراعى وبحيرة مريوط، ووضحنا دور نسيم البحر فى ذلك، ومن تتبع الشكل رقم (٣٧) نلاحظ أنه بالبعد عن ساحل البحر فى الشمال وبالتقدم نحو الجزر الحرارية الموجودة فوق النطاقات الداخلية للمدينة مروراً بمنطقة القلب التجارى جنوب الرقبة، وخطوط الاتصال البرية والحديدية التى تعد منطقة محطة مصر بؤرتها الأساسية، ونحو الاطراف الجنوبية للنطاق العمرانى للمدينة القريب من المنطقة الصناعية المتاخمة لترعة المحمودية حيث تتركز مساكن العاملين بهذه المصانع، ويعنى ذلك توافق الارتفاع فى درجة الحرارة – بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل – مع الارتفاع فى درجة النشاط البشرى فى منطقة القلب التجارى وبؤرة المواصلات الداخلية بالمدينة والتركز العمرانى، ويكون ذلك بشكل أسرع من الانخفاض فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً من النطاقات الداخلية نحو الظهير الزراعى المكشوف وبحيرة مريوط.


توزيع درجة الحرارة بمدينة الاسكندرية في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ على خريطة استخدام الارض بالمدينة
المناطق السكنية
المناطق الصناعية
المناطق الزراعية
نطاق الميناء
منطقة القلب التجاري
اراضي فضاء
مريوط
بحيرة

شكل رقم (٣٧)



شكل رقم (٣٨)



توزيع درجة الحرارة بمدينة الاسكندرية في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ على خريطة كثافة المنشآت الصناعية

توزيع درجة الحرارة بمدينة الاسكندرية في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ على خريطة كثافة المخابز

٢- تقع جميع الجزر الحرارية فى النطاق العمرانى المتصل بالمدينة وتنحصر فى نطاق يمتد من نهاية مجرى ترعة المحمودية بمنطقة مينا البصل فى الغرب وحتى منطقة باكوس فى الشرق على امتداد طولى يبلغ حوالى عشرة كيلو مترات، وتقع جميعها إلى الشمال من ترعة المحمودية، وفى حين يبعد موقع الجزيرة الحرارية الأولى (كوم الشقافة والطوبجية) بحوالى كيلو متر ونصف جهة الغرب من محطة السكة الحديد الرئيسية فإن الجزيرتين الثانية (فوق محطة مصر) والثالثة (فوق باكوس) تقع على امتداد خط السكة الحديد نفسه، وتقع الجزيرة الحرارية الرابعة إلى الشمال منهم فى موقع يتوسط الرقبة البارزة من يابس المدينة.

٣- تقع الجزيرة الحرارية فوق منطقة كوم الشقافة والطوبجية فى أقصى جنوب الرقبة ويبعد مركزها عن ساحل الميناء الشرقية بحوالى كيلو مترين، وعن ساحل الميناء الغربية بحوالى ١,٣ كيلو متر، وعن ترعة المحمودية والنطاق الصناعى المتاخم لها بحوالى ٦٠٠ متر، وتشرف الاجزاء الجنوبية من تلك المنطقة فعلاً على بعض المصانع المجاورة لها.

وتقع الجزيرة الحرارية الموجودة فوق منطقة محطة مصر - النهاية الجنوبية للقلب التجارى، ومحطة السكة الحديد الرئيسية التى يجاورها موقع المحطة الرئيسية لحافلات النقل العام بالمدينة، والمحطة الرئيسية لمركبات النقل الخاص التى تربط الاسكندرية بباقى اقاليم الجمهورية، وبؤرة المواصلات الداخلية بين القلب التجارى وأطراف المدينة - تقع فى مكان يبعد بحوالى كيلو متر عن كل من ساحل البحر فى الشمال وترعة المحمودية فى الجنوب.

وتقع الجزيرة الحرارية الموجودة فوق منطقة باكوس - احدى أهم المراكز التجارية بعد منطقة القلب التجارى - على بعد نحو ١,٣ كيلو متراً من ساحل البحر فى الشمال، وحوالى كيلو متر واحد من ترعة المحمودية والنطاق الصناعى المتاخم لها فى الجنوب.

ويدل ذلك على أن هذه الجزر الحرارية الثلاث تبعد عن ساحل البحر

بمسافات تتراوح بين كيلو مترين، فى حين تبتعد عن ترعة المحمودية فى الجنوب بمسافات تتراوح بين ٦٠٠ متر وكيلو متر واحد، ويعنى ذلك أن مواقع هذه الجزر الحرارية أقرب للنطاقات الصناعية المجاورة لترعة المحمودية بالنسبة لساحل البحر.

وتقع الجزيرة الحرارية الموجودة فوق منطقة الجمرك فى موقع يتوسط الرقبة وهى منطقة ظهير لكل من الميناء الشرقية (ميناء الصيد) والميناء الغربية (الميناء التجارى) وتمثل منطقة الخدمات الرئيسية لكل منهما.

٤- تقع جميع الجزر الحرارية فى أعلى نطاقات الاسكندرية من حيث الكثافة السكانية حيث تزيد كثافة السكان بمواقعها عن ٤٠ ألف نسمة فى الكيلو متر المربع، وهى تراوحت بين ٤٠ ألف نسمة فى الكيلو متر المربع وأقل من ١٠٠ ألف نسمة فى الكيلو متر المربع فى كل من كوم الشقافة والطوبجية، محطة مصر، وباكوس، وزادت عن ١٠٠ ألف نسمة فى الكيلو متر المربع فى منطقة الجمرك.

٥- تقع جميع الجزر الحرارية فى أعلى نطاقات الاسكندرية من حيث كثافة المبانى حث تزيد كثافة المبانى بمواقعها عن ثلاثة آلاف مبنى فى الكيلو متر المربع، وهى تراوحت بين ثلاثة آلاف مبنى وأقل من خمسة آلاف مبنى فى الكيلو متر المربع فى كل من كوم الشقافة والطوبجية، محطة مصر، باكوس، وزادت عن خمسة آلاف مبنى فى الكيلو متر المربع فى منطقة الجمرك، ويؤدى تكدس المبانى وزيادة كثافتها إلى زيادة انبعاث الحرارة منها التى اكتسبتها اثناء سطوع الشمس والحرارة التى تبعث من المواقد وأجهزة التكييف واستهلاك الطاقة المنزلية مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط بها.

٦- تتباين كثافة كل من المنشآت الصناعية والمخابز فى المواقع التى يوجد بها الجزر الحرارية فتبلغ كثافة المنشآت الصناعية اقصاها (أكثر من ١٠٠٠ منشأة فى الكيلو متر المربع) فى منطقة الجمرك، فى حين تتراوح بين

٤٠٠، ٥٩٩ منشأة فى الكيلو متر المربع فى منطقة محطة مصر، وتقل عن ٢٠٠ منشأة فى الكيلو متر فى كل من كوم الشقافة والطوبجية، باكوس. كذلك تبلغ كثافة المخابز اقصاها (أكثر من ٤٠ مخبزاً فى الكيلو متر المربع) فى منطقة الجمرك، فى حين تتراوح بين ٢٠، ٢٩ مخبزاً فى منطقة محطة مصر، وتتراوح بين ١٠، ١٩ مخبزاً فى كوم الشقافة والطوبجية، وتقل عن ١٠ مخابز فى باكوس.

ونستنتج من العرض السابق ارتباط كل جزيرة حرارية بمتغيرات مكانية تميزها عن غيرها، فبالنسبة للجزيرة الحرارية الموجودة فوق منطقة الجمرك فهى ظهير كل من الميناء الشرقية والغربية ومنطقة خدمات رئيسية لهما وتقع فى قلب أكثف نطاقات المدينة من حيث السكان والمبانى والمنشآت الصناعية والمخابز وهى فى موضع مكانى محاط بمياه البحر من ثلاثة اتجاهات.

أما الجزيرة الحرارية فوق كوم الشقافة والطوبجية فهى أقرب الجزر لترعة المحمودية والنطاق الصناعى المتاخم لها وأقرب الجزر الحرارية – باستثناء الواقعة فوق محطة مصر – إلى محطة السكة الحديد الرئيسية. وبالنسبة للجزيرة الحرارية فوق منطقة محطة مصر فهى تقع فوق محطة السكة الحديد الرئيسية وبؤرة المواصلات الداخلية للمدينة وعلى الطرف الجنوبى لمنطقة القلب التجارى وتقع فى نطاق يحتل المرتبة الثانية من حيث الكثافة المرتفعة للسكان والمبانى. وبالنسبة للجزيرة الحرارية التى تقع فوق باكوس فيقطعها خط السكة الحديد الرئيسى وتقع فى نطاق المرتبة الثانية من حيث ارتفاع كثافة المبانى ونطاق المرتبة الثالثة من حيث ارتفاع كثافة السكان وهى أكبر نطاق تجارى بعد القلب التجارى الرئيسى للمدينة.

وبقياس معامل الارتباط بين درجة الحرارة كمتغير تابع وكل من كثافة السكان وكثافة المبانى وكثافة المنشآت الصناعية وكثافة المخابز كتغيرات مستقلة نحصل على النتائج التالية:

١- بلغت قيم معامل التحديد (ر٢) بين درجة الحرارة كمتغير تابع وكثافة

السكان كمتغير مستقل ٢٥, ومعنى ذلك أن حوالى ٢٥ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة السكان، وبلغ المعامل نفسه بين درجة الحرارة وكثافة المبانى ٢٣, ومعنى ذلك أن حوالى ٢٣ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة المبانى، وبلغ المعامل نفسه بين درجة الحرارة وكثافة المنشآت الصناعية ٠٥, ومعنى ذلك أن حوالى ٥ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرفع إلى الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية، وبلغ المعامل نفسه بين درجة الحرارة وكثافة المخابز ٠١٣,، ومعنى ذلك أن ١,٣ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة المخابز. ويتضح من ذلك أن كثافة السكان وكثافة المبانى هما أكثر المتغيرات المستقلة تأثيراً فى درجة الحرارة على إمتداد نطاقات المدينة.

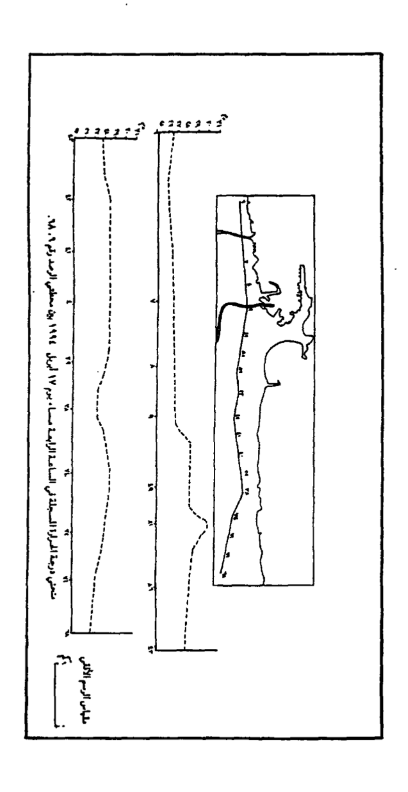
٢- بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد بين درجة الحرارة كمتغير تابع وكثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية والمخابز مجتمعة كمتغيرات مستقلة ٨٥, وهو ارتباط طردى قوى، وبلغت قيمة معامل التحديد ٧٢, وهو ما يعنى أن حوالى ٧٢ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية والمخابز مجتمعة، وهى نسبة كبيرة تعكس أهمية هذه المتغيرات المذكورة فى التأثير على درجة حرارة المدينة.

ويظهر التباين فى درجة الحرارة على طول الامتداد العمرانى للمدينة بالاتجاه من الشرق صوب الغرب من ناحية، وبين النطاقات الساحلية الشمالية والهامشية الجنوبية من ناحية أخرى واضحاً عند تتبع منحنيات درجة الحرارة التى يشملها كل من الشكل رقم (٤٠) الذى يوضح منحنى درجة الحرارة على قطاع طولى يمتد موازياً للامتداد الطولى للنطاق العمرانى للمدينة يبدأ من محطة الرصد رقم (٦) بمنطقة المكس التابعة لقسم الدخيلة فى الغرب وينتهى عند محطة الرصد رقم (٦٨) بميدان المطافى بمنطقة السيوف التابعة لقسة المنتزة فى الشرق بطول ١٦,٧ كيلو متراً، والشكل رقم (٤١) الذى يوضح ثلاثة

متحفيات لدرجة الحرارة تمتد باتجاه عمودى على خط الساحل تقريباً يبدأ كل من القطاع (أ)، (ب) من محطة الرصد رقم (٩٤) بمنطقة الانفوشى التابعة لقسم الجمرك شمالاً وينتهى القطاع (أ) عند محطة الرصد رقم (٦١) على بحيرة مريوط جنوب قسم مينا البصل بطول ٥,٣ كيلو متراً، وينتهى القطاع (ب) عند محطة الرصد رقم (٨٤) على ترعة المحمودية جنوب محرم بك بطول ٤,١ كيلو متراً، ويبدأ القطاع (جـ١) من محطة الرصد رقم (٢٢) بمنطقة رشدى بقسم الرمل وينتهى عند محطة الرصد رقم (٦٧) بمنطقة السيوف بقسم المنتزة بطول ٤,١ كلو متراً.

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٤٠) تباين درجة الحرارة بين ارتفاع وانخفاض على طول امتداد القطاع من المكس غرباً وحتى السيوف شرقاً، فهى ترتفع تدريجياً بالاتجاه شرقاً من ترعة النوبارية فى الغرب صوب منطقة القلب التجارى لتبلغ أقصاها فى منطقة محطة مصر – محطة الرصد رقم (٨١) – ويلغ المدى الحرارى بين هاتين النقطتين حوالى ٤ درجات مئوية، وتفاوت معدل الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة فى هذا الاتجاه حيث بلغ ٢, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى فى المسافة الممتدة بين ترعة المحمودية، فى حين بلغ المعدل نفسه ١,٧ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى فى المسافة من ترعة المحمودية وحتى منطقة محطة مصر، أى أن معدل الارتفاع فى درجة الحرارة يكون أكبر داخل منطقة القلب التجارى عند عبورها من الغرب نحو الشرق.

تنخفض درجة الحرارة بالاتجاه شرقاً من منطقة محطة مصر وحتى منطقة باب شرقى – محطة رصد رقم (٤٣) – ويلغ المدى الحرارى بينهما درجة مئوية واحدة، ويلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة نصف درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تأخذ درجة الحرارة فى الارتفاع من منطقة باب شرقى وحتى منطقة مصطفى كامل – محطة الرصد رقم (٣٩) ويلغ المدى الحرارى بينهما درجة مئوية واحدة ويلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ٣, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة من منطقة مصطفى كامل وحتى منطقة بولكلى – محطة الرصد رقم (٣٨) – ويلغ المدى الحرارى


منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ ابريل ١٩٩٤ في محطتي الرصد رقم ٩، ١٨.
مقياس الرسم الأفقي

شكل رقم (٤٠)

بينهما درجة مئوية واحدة، وبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة ٩ °م لكل لكيلو متر طولى، ثم ترتفع درجة الحرارة من منطقة بولكلى وحتى منطقة باكوس – محطة الرصد رقم (٧٤)– وبلغ المدى الحرارى بينهما ٢,٥ °م، وبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ١,٤ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة من منطقة باكوس وحتى نهاية القطاع بمنطقة السيوف – محطة الرصد رقم (٦٨) – وبلغ المدى الحرارى بينهما درجتين مئويتين وبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة حوالى ٧ °م لكل كيلو متر طولى.

وتمثل كل من منطقة محطة مصر ومنطقة باكوس قمتين حراريتين على طول القطاع حيث بلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة بالاتجاه صوب محطة مصر نحو ١,٧ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ١,٤ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى بالاتجاه صوب باكوس وهى أعلى معدلات انحدار حرارية سجلت على طول القطاع، وتراوح المدى الحرارى بين نطاقات المدينة فبلغ أربعة درجات مئوية بين ترعة النوبارية فى الغرب ومنطقة محطة مصر، وبلغ درجة مئوية واحدة بين محطة مصر وبولكلى، وبلغ ٢,٥ °م بين بولكلى وباكوس، وبلغ درجتين مئويتين بين باكوس والسيوف، ويدل ذلك على أن التغير فى درجة الحرارة على امتداد نطاقات المدينة بالاتجاه من الغرب إلى الشرق يكون كبيراً بالإتجاه صوب منطقة القلب التجارى ومحطة السكة الحديد وبؤرة الاتصالات الداخلية للمدينة، ويكاد يكون متشابهاً بالاتجاه من النطاق الأخير وحتى بولكلى ثم يتزايد – ولكن بشكل أقل من مثيله صوب القلب التجارى – بالاتجاه نحو باكوس أهم المراكز التجارية بعد القلب التجارى للمدينة وتقع فى نطاق قسم الرمل رابع أقسام المدينة من حيث ارتفاع الكثافة السكانية، وثالثهما من حيث ارتفاع كثافة المبانى، وأكثرها من حيث استهلاك سكانه لاسطوانات غاز البوتجاز.

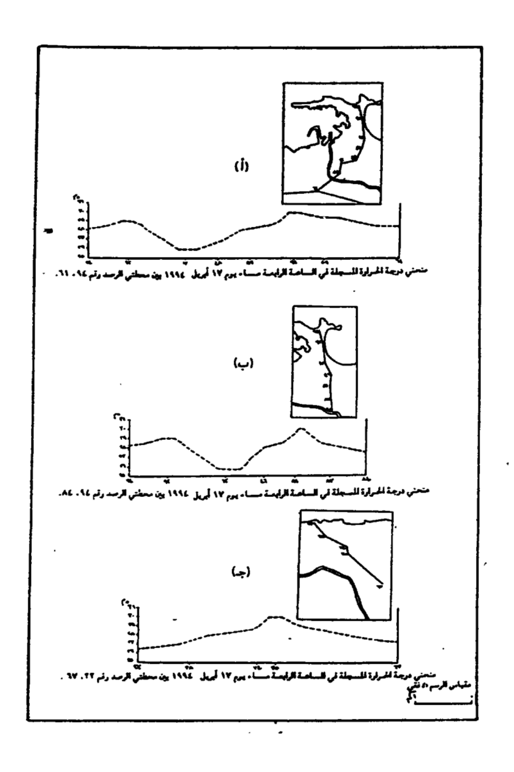
وبقياس معامل الارتباط بين قيم درجة الحرارة على طول القطاع الحرارى المبين بالشكل رقم (٤٠) كمتغير تابع وقيم كل من كثافة السكان وكثافة المبانى وكثافة المنشآت الصناعية وكثافة المخابز على طول القطاع نفسه كمتغيرات مستقلة كانت النتائج كالتالى:

١- بلغت قيم معامل التحديد (ر٢) بين درجة الحرارة وكثافة السكان ٢٧, ويعنى ذلك أن نحو ٢٧ ٪ من الاختلاف فى قيم درجة الحرارة ترجع إلى الاختلاف فى كثافة السكان، وبين درجة الحرارة وكثافة المبانى ٣٧, ويعنى ذلك أن نحو ٣٧ ٪ من الاختلاف فى قيم درجة الحرارة ترجع إلى الاختلاف فى كثافة المبانى وبين درجة الحرارة وكثافة المنشآت الصناعية ٢٢, ويعنى ذلك أن نحو ٢٢ ٪ من الاختلاف فى قيم درجة الحرارة وكثافة المخابز ١٥, ويعنى ذلك أن ١٥ ٪ من الاختلاف فى قيم درجة الحرارة ترجع إلى الاختلاف فى كثافة المخابز. ويتضح من ذلك أن كثافة السكان وكثافة المبانى هى أكثر المتغيرات المستقلة تأثيراً فى درجة الحرارة على امتداد القطاع الطولى للمدينة من المكس غرباً وحتى السيوف شرقاً.

٢- بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد بين قيم درجة الحرارة كمتغير تابع وقيم كثافة كل من السكان، المبانى، المنشآت الصناعية، المخابز مجتمعة كمتغيرات مستقلة ٨٧, وهو ارتباط طردى قوى يعكس مدى التأثير القوى لتلك المتغيرات على درجة الحرارة بلغت قيمة معامل التحديد ٧٥, أى حوالى ٧٥ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى قيم تلك المتغيرات المستقلة.

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٤١) الذى يشتمل على القطاعات الحرارية الطولية التى تمتد بامتداد عمودى تقريباً على خط الساحل الحقائق التالية:

١- يوضح القطاع (أ) الذى يبدأ من الأنفوشى فى أقصى شمال الرقبة - محطة الرصد رقم (٩٤) - ويتجه جنوباً حتى ساحل بحيرة مريوط جنوب منطقة القبارى - محطة الرصد رقم (٦١) - ارتفاع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه جنوباً لتصل أقصاها فى شارع اسماعيل صبرى - محطة الرصد رقم (٩٢) - وهو المؤدى إلى أبواب الميناء من رقم (١) وحتى رقم (٦) بقسم الجمرك، وبلغ المدى الحرارى بينهما درجة مئوية واحدة وبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ١,٥ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى. ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك من شارع اسماعيل صبرى حتى تصل


(أ)
منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ بين محطتي الرصد رقم ٩٤، ٦١.
(ب)
منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ بين محطتي الرصد رقم ٩٤، ٨٤.
(جـ)
منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الرابعة مساء يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤ بين محطتي الرصد رقم ٢٢، ٦٧.

شكل رقم (٤١)

أدناها فى ميدان المنشية - محطة الرصد رقم (١٢) - وبلغ المدى الحرارى بينهما ثلاث درجات مئويةوبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة ثلاث درجات مئوية لكل كيلو متر طولى. ثم ترتفع درجة الحرارة بعد ذلك ميدان المنشية - مروراً بمنطقة القلب التجارى - لتصل أقصاها فى شارع التوفيقية - محطة الرصد رقم (٩١) - وهو يخترق فى معظمه منطقة كوم الشقافة والطوبجية وبلغ المدى الحرارى بينهما ٣,٥ درجة مئوية وبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ٢,١ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك حتى بحيرة مريوط جنوباً - محطة الرصد رقم (٦١) بحيث بلغ المدى الحرارى درجة مئوية واحدة ومعدل الانخفاض فى درجة الحرارة ٥, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى.

ويلاحظ ارتفاع المدى الحرارى بين ميدان المنشية وكل من منطقة الجمرك ومنطقة كوم الشقافة والطوبجية حيث بلغ ٣ درجات مئوية، ٣,٥ درجة مئوية على الترتيب، فى حين بلغ المدى الحرارى بين باقى النطاقات درجة مئوية واحدة، كما يرتفع معدل التغير فى درجة الحرارة بين المنشية وكل من منطقة الجمرك، ومنطقة كوم الشقافة والطوبجية فبلغ ثلاث درجات مئوية لكل كيلو متر طولى بالاتجاه نحو منطقة الجمرك، ٢,١ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى بالاتجاه نحو منطقة كوم الشقافة والطوبجية القريبة والمتاخمة للنطاق الصناعى المجاور لترعة المحمودية والتى سبق أن أشرنا إلى وجودها فى أعلى نطاقات المدينة من حيث كثافة السكان والمبانى ولكن بشكل أقل مما هو موجود فى منطقة الجمرك.

كما يلاحظ أن المدى الحرارى بين منطقة المنشية المتاخمة لساحل البحر - الأقل حرارة - وبين منطقة كوم الشقافة والطوبجية - الأكثر ارتفاعاً فى درجة الحرارة - يصل إلى ٣,٥ درجة مئوية فى حين يصل مثليه بين منطقة الشقافة والطوبجية وساحل بحيرة مريوط - الأقل حرارة منها - درجة مئوية واحدة، ويعنى ذلك أن المدى الحرارى بين ساحل البحر والنطاقات الداخلية - الأكثر ارتفاعاً فى درجة الحرارة - أكبر من مثيله بين ساحل بحيرة مريوط والنطاقات

الداخلية، مما يعكس دور نسيم البحر في الشمال في خفض درجة حرارة النطاقات الساحلية بشكل أكبر من دور بحيرة مريوط في الجنوب.

٢- يبدأ القطاع (ب) بالشكل رقم (٤١) من الأنفوشي في أقصى شمال الرقبة - محطة الرصد رقم (٩٤) ويتجه جنوباً حتى ترعة المحمودية جنوب محرم بك - محطة الرصد رقم (٨٤) - ويشترك مع القطاع (أ) من الأنفوشي وحتى ميدان المنشية (سبق تتبع خصائص درجة الحرارة في هذا الجزء في الفقرة السابقة)، ويتضح من تتبع القطاع الحراري ارتفاع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه جنوباً من ميدان المنشية - محطة الرصد رقم (١٢) - لتصل إلى اقصاها في منطقة محطة مصر - محطة الرصد رقم (٨١) وبلغ المدى الحراري بينهما ٤ درجات مئوية وبلغ معدل الارتفاع في درجة الحرارة ٣,٣ درجة مئوية لكل كيلو متر طولي، ثم تنخفض بعد ذلك من محطة مصر حتى مجرى ترعة المحمودية في جنوب محرم بك حيث بلغ المدى الحراري بينهما ٢,٥ درجة مئوية وبلغ معدل الانخفاض في درجة الحرارة ٢,١°م لكل كيلو متر طولي.

ويلاحظ ارتفاع كل من المدى الحراري ومعدل التغير الحراري بين ساحل البحر والنطاقات الداخلية بشكل أكبر مما هما عليه بين النطاقات الهامشية الجنوبية المجاورة لبحيرة مريوط والنطاقات الداخلية. كما يلاحظ أيضاً أن معدلات التغير في درجة الحرارة المحسوبة من القطاع (ب) تكون أكبر من مثيلاتها المستخرجة من القطاع (أ)، فقد بلغ معدل الارتفاع في درجة الحرارة بين المنشية في الشمال ومنطقة كوم الشقافة والطوبجية - في القطاع (أ) - ٢,١٤ درجة مئوية لكل كيلو متر طولي، في حين بلغ المعدل نفسه بين المنشية في الشمال ومنطقة محطة مصر - في القطاع (ب) - ٣,٣ درجة مئوية لكل كيلو متر طولي، وبلغ معدل الانخفاض في درجة الحرارة بين كوم الشقافة والطوبجية وساحل بحيرة مريوط في الجنوب - في القطاع (أ)- ٠,٥ درجة مئوية لكل كيلو متر طولي، في حين بلغ المعدل نفسه بين منطقة محطة مصر وترعة المحمودية في الجنوب ٢,١ درجة مئوية لكل كيلو متر طولي. ويعني ذلك أن

التغير فى درجة الحرارة يكون أكبر بالاتجاه من المنشية نحو محطة مصر - بؤرة المواصلات الداخلية بالمدينة - ثم جنوب محرم بك بالمقارنة بالاتجاه من المنشية نحو كوم الشقافة والطوبجية ثم بحيرة مريوط فى الجنوب.

٣- يوضح القطاع (جـ) بالشكل رقم (٤١) الذى يبدأ من منطقة رشدى على ساحل البحر شمالاً - محطة الرصد رقم (٢٢) - ويتجه جنوباً حتى النهاية الجنوبية للناطق العمرانى للاسكندرية بمنطقة السيوف - محطة الرصد رقم (٦٧) - ارتفاع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه بعيداً عن خط الساحل لتصل أقصاها فى منطقة السوق بباكوس - محط الرصد رقم (٧٥) - وبلغ المدى الحرارى بينهما ٣,٥ درجة مئوية وبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ١,٥٤ درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة تدريجياً من منطقة السوق بالاتجاه نحو منطقة السيوف - محطة الرصد رقم (٦٧) - وبلغ المدى الحرارى بينهما ٢,٥°م وبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة ١,٥°م لكل كيلو متر طولى، ويدل ذلك على تشابه كل من معدل الارتفاع الحرارى من الساحل نحو باكوس ومعدل الانخفاض الحرارى من باكوس حتى الأطراف الجنوبية للنطاق العمرانى للمدينة وحدود الهامش الزراعى، كما يدل أيضاً على أن الفارق الحرارى بين الساحل شمالاً وباكوس (٣,٥ درجة مئوية) أكبر من مثيله بين باكوس والهوامش الزراعية الجنوبية (٢,٥ درجة مئوية) وأن معدل التغير فى درجة الحرارة على امتداد هذا القطاع أقل من مثيله فى القطاعين (أ)، (ب) السابقين.

ونستنتج من العرض السابق أن معدلات التغير فى درجة الحرارة تكون أكبر فى الاتجاه من المنشية (على الساحل) صوب منطقة محطة مصر ثم جنوب محرم بك من مثيلاتها فى الاتجاه من المنشية صوب كوم الشقافة والطوبجية ثم ساحل بحيرة مريوط فى الجنوب، وفى الاتجاه من رشدى (على الساحل) صوب باكوس ثم السيوف جنوب شرق الاسكندرية.

ويقياس معامل الارتباط بين قيم درجة الحرارة كمتغير تابع وقيم كل من

كثافة السكان وكثافة المبانى وكثافة المنشآت الصناعية وكثافة المخابز كمتغيرات مستقلة على طول القطاع (أ) – أكثر القطاعات ارتفاعاً فى المدى الحرارى ومعدل التغير الحرارى – كانت النتائج كالتالى:

١- بلغت قيمة معامل التحديد (ر٢) بين درجة الحرارة وكثافة السكان ١١, وهو ما يعنى أن حوالى ١١ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة السكان، ٢١, بين درجة الحرارة وكثافة المبانى وهو ما يعنى أن نحو ٢١ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة المبانى، ٤١, بين درجة الحرارة وكثافة المنشآت الصناعية وهو ما يعنى أن حوالى ٤١ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية، ٠١٤, بين درجة الحرارة وكثافة المخابز وهو ما يعنى أن نحو ١,٤ ٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة المخابز.

٢- بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد بين قيم درجة الحرارة وقيم كثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية والمخابز مجتمعه ٩١, وهو ارتباط طردى قوى جداً، يدل على العلاقة القوية بين تلك المتغيرات ودرجة الحرارة، وتدل قيمة معامل التحديد (ر٢) التى بلغت ٨٣, على أن حوالى ٨٣٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمخابز والمنشآت الصناعية مجتمعة.

وبمقارنة قيم معامل التحديد السابق ذكرها المحسوبة على طول القطاع الممتد من المكس فى الشرق وحتى السيوف فى الغرب بامتداد طولى يتفق مع الامتداد الشريطى للمدينة، مع قيم معامل التحديد المحسوبة على طول القطاع الممتد من الانفوشى فى الشمال – على ساحل البحر – وحتى بحيرة مريوط جنوباً بامتداد عمودى على خط الساحل تقريباً نستنتج أن نسبة الاختلاف فى درجة الحرارة التى ترجع إلى الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية تكون أكبر فى القطاع العمودى على خط الساحل بالنسبة للقطاع الطولى الممتد من للغرب إلى الشرق، فى حين تكون نسب الاختلاف فى درجة الحرارة التى ترجع إلى

الاختلاف فى كثافة السكان والمبانى والمخابز أكبر فى القطاع الطولى الممتد من الغرب إلى الشرق بالنسبة للقطاع العمودى على خط الساحل.

ويدل ذلك على ان الاختلاف فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل يرتبط مع الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية بشكل أقوى من ارتباطه مع الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمخابز مما يدل على الدور الهام الذى تقوم به المنشآت الصناعية الموزعة داخل النطاق العمرانى فى تباين درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل حيث تنتشر بامتداد يخترق قسم الجمرك – ظهير الميناءين الشرقية والغربية – ثم القلب التجارى الذى يمتد نطاقه فى أقسام الجمرك والمنشية والعطارين أعلى أقسام المدينة من حيث كثافة المنشآت الصناعية ثم نطاق ترعة المحمودية ثم ساحل بحيرة مريوط فى الجنوب. فى حين نجد أن الاختلاف فى درجة الحرارة بالاتجاه من الغرب إلى الشرق مع الامتداد الشريطى للمدينة يرتبط بشكل أقوى مع الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمخابز حيث تقل كثافة المنشآت الصناعية مع هذا الاتجاه ويظهر دور الكثافة السكانية وكثافة المبانى وكثافة المخابز أقوى فى تباين درجة الحرارة على طول هذا الامتداد.

وبمقارنة قيمة معامل الارتباط المتعدد المحسوبة على طول القطاع الذى يمتد من شرق المدينة إلى غربها (٨٧,) مع مثيلتها المحسوبة على القطاع الذى يمتد عمودياً على خط الساحل (٩١,) نستنتج أن معامل الارتباط فى القطاع الأخير أقوى من مثيله فى القطاع الأول – رغم أن كلاً منهما يعد ارتباطاً طردياً قوياً – وأن أثر كل من كثافة السكان وكثافة المبانى وكثافة المخابز وكثافة المنشآت الصناعية يكون قوياً بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل بالمقارنة مع الاتجاه من الغرب إلى الشرق.

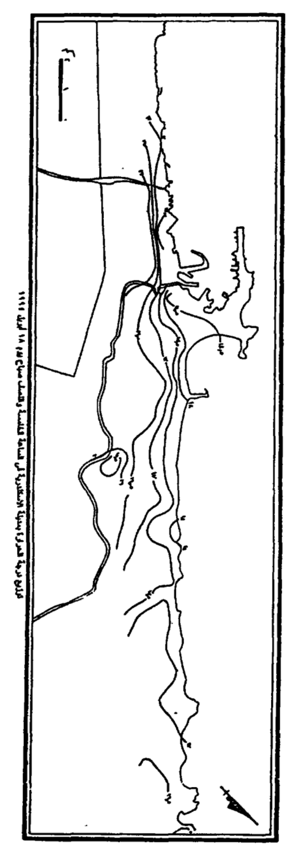
درجة حرارة الاسكندرية ليلاً:

يختلف توزيع درجة الحرارة داخل مدينة الاسكندرية أثناء الليل عنها أثناء النهار حيث تنخفض درجة حرارة اليابس بشكل سريع فى حين تظل مياه البحر محتفظة بحرارتها التى اكتسبتها أثناء النهار وتتبدل حركة الرياح المحلية فيسكن

نسيم البحر تدريجياً ليحل محله نسيم البر، ومن جانب آخر يواكب ذلك سكون تدريجى فى النشاط البشرى وحركة السكان يصل إلى أدنى مستوياته فى فترة ما قبل الفجر، وقد آثر الباحث أن يرصد درجات الحرارة على امتداد المدينة قبل شروق الشمس (وقت الفجر) وهى الفترة التى تصل فيها درجة الحرارة إلى أقل ما يمكن، وقد تم ذلك فى الساعة الخامسة والنصف من صباح يوم الاثنين الموافق ١٨ أبريل ١٩٩٤ أى بعد حوالى ثلاث عشرة ونصف ساعة من موعد رصد درجة حرارة المدينة نهاراً، وأمكن تصميم الخريطة الحرارية الليلية للمدينة الموضحة بالشكل رقم (٤٢) والتى يستدل من تتبعها الحقائق التالية:

١- تأخذ خطوط الحرارة المتساوية مسارات تمتد موازية لخط الساحل فى معظمها وتتفق مع الامتداد الشريطى للمدينة من الشرق نحو الغرب وبحيث تتدرج قيم خطوط الحرارة المتساوية من الأعلى إلى القيم المنخفضة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل وحتى الاطراف الجنوبية للمدينة، ويدل ذلك على أن درجة الحرارة تكون أعلى فى المناطق المجاورة لساحل البحر ثم تنخفض تدريجياً بالاتجاه جنوبا بعيداً عن خط الساحل لتصل أدناها عند الأطراف الجنوبية للمدينة، وهو عكس ما هو موجود فى الخريطة الحرارية النهارية للمدينة التى تتدرج فيها قيم خطوط الحرارة المتساوية من الدرجات المنخفضة على الساحل إلى الدرجات المرتفعة صوب النطاقات الداخلية ثم إلى الدرجات المنخفضة مرة أخرى بالاتجاه جنوباً نحو الاطراف الجنوبية للمدينة.

٢- تراوحت قيم خطوط الحرارة المتساوية بين ١٥,٥ درجة مئوية سجلت فى منطقة النزهة جنوب قسم سيدى جابر، ١٨,٥ درجة مئوية سجلت فى نطاق يتوسط قسم الجمرك بمدى يبلغ ثلاث درجات مئوية، وتباين معدل الانخفاض فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن ساحل البحر فبلغ نصف درجة مئوية لكل ١٥٠ متراً بالاتجاه جنوباً نحو القبارى بقسم مينا البصل، نصف درجة مئوية لكل ٣٤٠ متراً بالاتجاه جنوباً نحو قسمى كرموز ومحرم بك، نصف درجة مئوية لكل ٣٨٠ متراً بالاتجاه جنوباً نحو



شكل رقم (٤٢)

الاطراف الجنوبية لقسم سيد جابر، نصف درجة مئوية لكل ٥٦٠ متراً بالاتجاه جنوباً نحو السيوف جنوب شرق المدينة.

ويدل ذلك على أن معدلات الانخفاض فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل تكون أسرع فى النطاقات الغربية من المدينة بالمقارنة بمثيلاتها بالنطاقات الشرقية لها، ويرجع السبب فى ذلك إلى اتساع الرقعة العمرانية للمدينة فى نطاقاتها الشرقية بالمقارنة مع نطاقاتها الغربية، حيث يعمل الاتساع الكبير للنطاق العمرانى على زيادة نسبة الاشعاع المنبعث من المبانى والمنشآت المختلفة مما يؤدى إلى احتفاظ النطاق العمرانى الشرقى للمدينة بدرجة حرارته لمدة أطول مما هو عليه فى النطاق الغربى للمدينة وتكون نتيجة ذلك انخفاض درجة الحرارة فى النطاقات الغربية ذات الاتساع العمرانى الأقل – بشكل أسرع بالنسبة للنطاقات الشرقية للمدينة – ذات الاتساع العمرانى الكبير.

٣- يدل توازى خطوط الحرارة المتساوية – تقريباً – وامتدادها الطولى الموازى لخط الساحل والمتفق مع امتداد المدينة الشريطى على تجانس درجات الحرارة على طول امتداد المدينة الشريطى، فتتجانس درجة حرارة النطاق الساحلى المطل على ساحل البحر حيث تتراوح بين ١٧ درجة، ١٧,٥ درجة مئوية فى النطاق الممتد بين المكس فى الغرب والقبارى، وبين ١٧,٥ درجة مئوية، ١٨,٥ درجة مئوية فى النطاق الممتد من القبارى والجمرك، وبين ١٨,٥ درجة مئوية، ١٨ درجة مئوية فى النطاق الممتد بين الانفوشى ورشدى، وبين ١٨ درجة مئوية، ١٧ درجة مئوية بين رشدى والمنتزه فى الشرق.

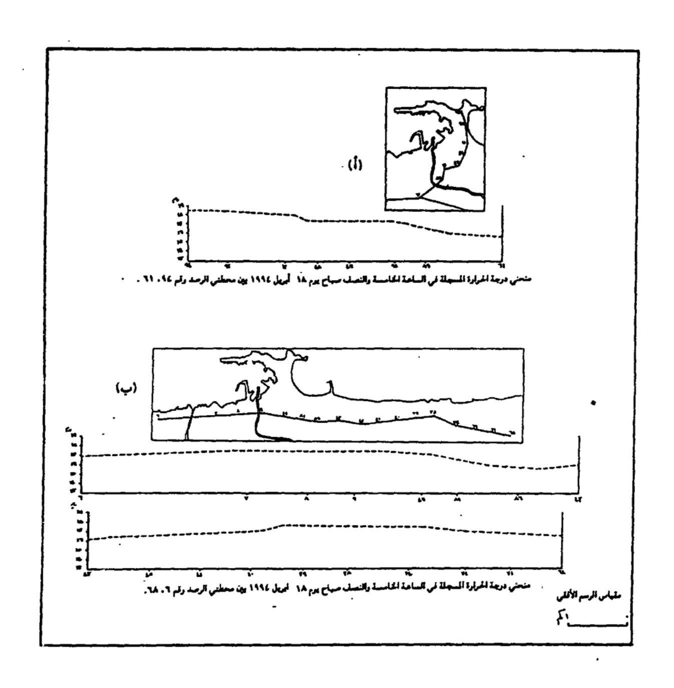
ويلاحظ أن أعلى درجة حرارة قد سجلت فى قسم الجمرك (١٨,٥ درجة مئوية) ويرجع ذلك إلى عاملين الأول هو إحاطة النطاق العمرانى بقسم الجمرك بمياه البحر – الأدفأ نسبياً من اليابس المجاور – من ثلاثة اتجاهات هى الشرق والشمال والغرب، والثانى هو ارتفاع كثافة كل من السكان والمبانى فى هذا النطاق بالمقارنة بباقى نطاقات المدينة، مما يعمل على زيادة نسبة الاشعاع الحرارى المنبعث من المبانى أثناء الليل سواء من الكتل الحجرية التى تمثل مادة البناء أو من داخل الوحدات السكنية الموجودة بهذه المبانى.

ومن ناحية أخرى تتجانس درجة الحرارة على طول الامتداد الجنوبى للنطاق العمرانى للمدينة فهى تكاد تتساوى عند ١٦°م على طول النطاق الجنوبى للمدينة.

ويمكن متابعة التباين الحرارى على المحاور المختلفة للمدينة من تتبع القطاعات الحرارية بالشكل رقم (٤٣) حيث يتضح ما يلى:

١- يبين القطاع (أ) الانخفاض التدريجى لدرجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل وذلك من بداية القطاع بمنطقة الانفوشى - محطة الرصد رقم (٩٤) - وحتى نهايته عند ساحل بحيرة مريوط - محطة الرصد رقم (٦١) - ويلغ المدى الحرارى بينهما ٢,٥ درجة مئوية ويلغ معدل الإنخفاض التدريجى لدرجة الحرارة ٤٦, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ويمكن تقسيم القطاع إلى ثلاث مراحل حسب اختلاف معدل الانخفاض فى درجة الحرارة، الأولى تقل فيها درجة الحرارة بمعدل يبلغ ٣, درجة مئوية فى الكيلو متر الطولى ممثلة فى النطاق الممتد من الأنفوشى شمالاً وحتى المنشية، والثانية تقل فيها درجة الحرارة بمعدل يبلغ ٢, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى فى النطاق الممتد من المنشية وحتى شارع التوفيقية بمنطقة كوم الشقافة والطوبجية، والثالثة تقل فيها درجة الحرارة بمعدل ٨, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى فى النطاق الممتد بين شارع التوفيقية وبحيرة مريوط فى الجنوب، ويعنى ذلك أن معدل الانخفاض فى درجة الحرارة يكون أكبر نسبياً فى المسافة الممتدة بين منطقة كوم الشقافة والطوبجية وبحيرة مرويط وهو نطاق تتزايد فيه المساحات الفضاء وبخاصة بجوار البحيرة ويكون الاشعاع الأرضى فى أدنى مستوياته.

٢- تتباين درجة الحرارة بين ارتفاع وانخفاض على طول الامتداد الشريطى للمدينة من الغرب إلى الشرق، فيتضح ذلك من متابعة المنحنى الحرارى بالقطاع الطولى(ب) فى الشكل رقم (٤٣) حيث ترتفع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه من منطقة المكس فى الغرب وحتى تصل أقصاها فى منطقة الفراهدة - تقع بين كل من محطة الرصد رقم (٩)، محطة الرصد


(أ)
منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الخامسة والنصف صباح يوم ١٨ أبريل ١٩٩٤ بين محطتي الرصد رقم ٩٤، ٦١ .
(ب)
منحنى درجة الحرارة المسجلة في الساعة الخامسة والنصف صباح يوم ١٨ أبريل ١٩٩٤ بين محطتي الرصد رقم ٦، ٦٨.
مقياس الرسم الأفقي
١كم

شكل رقم (٤٣)

رقم (٤٩) جنوب الرقبة البارزة من اليابس وشمال منطقة كوم الشقافة والطوبجية، ويبلغ المدى الحرارى بينهما نصف درجة مئوية، ويبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ١, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك حتى تصل أدناها فى منطقة وابور المياه – تقع ما بين محطتى الرصد رقم (٨٦)، ورقم (٤٣) – جنوب ساحل البحر بقسم باب شرقى، ويبلغ المدى الحرارى بينهما ١,٥ درجة مئوية، ويبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة ٥٦, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم ترتفع درجة الحرارة بعد ذلك لتصل أقصاها بين محطتى الرصد رقم (٤٠)، (٣٩) بين سيد جابر ومصطفى كامل، ويبلغ المدى الحرارى بينهما ١,٥°م، ويبلغ معدل الارتفاع فى درجة الحرارة ٥, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك لتصل أدناها عند السيوف جنوب شرق المدينة – محطة الرصد رقم (٦٧) – ويبلغ المدى الحرارى بينهما نصف درجة مئوية، ويبلغ معدل الانخفاض فى درجة الحرارة ٢, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى.

ويتضح من العرض السابق أن المدى الحرارى بين النطاقات الساحلية والجنوبية (٢,٥ درجة مئوية) أكبر من مثيله بين النطاقات الغربية والشرقية (تراوح بين ٠,٥، ١,٥ درجة مئوية)، ومعنى ذلك أن التباين الحرارى على طول الاتجاه من خط الساحل نحو جنوب المدينة يكون أكبر من مثيله على طول الاتجاه الشريطى للمدينة من غربها إلى شرقها. أو بمعنى آخر تتجانس درجات الحرارة داخل المدينة بالاتجاه من الغرب نحو الشرق فى حين تتباين نطاقات المدينة فى درجة الحرارة بالاتجاه من خط الساحل فى الشمال نحو الأطراف الجنوبية للمدينة.

ويدل العرض السابق على وجود اختلاف جوهرى بين توزيع درجة الحرارة على الخريطة الحرارية النهارية ومثيلتها الليلية لمدينة الاسكندرية، فعلى الرغم من وجود تشابه ظاهرى بين إمتداد خطوط الحرارة المتساوية التى تتوازى تقريباً مع خط الساحل وبخاصة عند النطاقات الساحلية فى كل من الخريطتين إلا أنه توجد العديد من الاختلافات فى مضمون كل منها لعل أهمها ما يلى:

١- ترتفع درجة الحرارة تدريجياً بالابتعاد عن ساحل البحر خلال النهار - حتى تصل أقصاها فى النطاقات الداخلية للمدينة ثم تنخفض، بعد ذلك لتصل أدناها عند الأطراف الجنوبية للمدينة، فى حين تنخفض درجة الحرارة تدريجياً بالابتعاد عن ساحل البحر - خلال الليل - لتصل أدناها عند الأطراف الجنوبية للمدينة.

٢- بلغ المدى الحرارى بين أعلى درجة وأقل درجة حرارة خلال النهار ٥,٥ درجة مئوية فى حين بلغ المدى نفسه خلال الليل ٣ْم.

٣- تظهر الجزر الحرارية على خريطة درجة الحرارة أثناء النهار فى حين لا توجد جزر حرارية بالخريطة الحرارية أثناء الليل ويرجع ذلك إلى اختفاء دور كل من القلب التجارى والنشاط البشرى وحركة السكان فى التأثير على درجة الحرارة أثناء الليل.

٤- تتراوح معدلات التغير فى درجة الحرارة بالاتجاه بعيداً عن خط الساحل صوب الأطراف الجنوبية للمدينة خلال النهار بين نصف درجة مئوية، ثلاث درجات مئوية لكل كيلو متر طولى، فى حين تتراوح مثيلاتها خلال الليل بين ٢, درجة مئوية، ٨, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى. كما تتراوح معدلات التغير فى درجة الحرارة على طول الامتداد الذى يطى للمدينة من الغرب إلى الشرق خلال النهار بين ٣, درجة مئوية، ٢,٥ درجة مئوية، لكل كيلو متر طولى، فى حين تتراوح مثيلاتها خلال الليل بين ١, درجة مئوية، ٥٦, درجة مئوية لكل كيلو متر طولى، ويدل ذلك على إنخفاض معدلات الانحدار فى درجة الحرارة، أثناء الليل عن مثيلاتها أثنا النهار، وعلى التجانس الكبير فى درجات حرارة الليل بالنسبة لدرجات الحرارة أثناء النهار.

وتوضح هذه الفروق الجوهرية السابق ذكرها التباين الكبير فى توزيع درجة الحرارة بين الليل والنهار على طول امتداد المدينة، وهو ما يرجع إلى عوامل عديدة لعل أهمها تباين أثر كل من نسيم البحر ونسيم البر حيث يظهر أثر نسيم البحر واضحاً فى خفض درجة حرارة النطاقات الساحلية أثناء النهار حيث تكون

مياه البحر أقل حرارة من اليابس المجاور، ويحدث العكس اثناء الليل حيث تكون مياه البحر أعلى حرارة من اليابس المجاور فترتفع درجة حرارة النطاقات الساحلية بالنسبة للنطاقات الداخلية والجنوبية للمدينة، كما تختلف نسبة الاشعاع الأرضى ونسبة ما تكتسبه المبانى من حرارة أثناء فترة النهار وتعيد إشعاعها مرة أخرى فى المحيط العمرانى بنسب مختلفة خلال النهار والليل تبعاً لاختلاف كثافة المبانى وإتساع النطاق العمرانى، بالإضافة إلى اختلاف حجم النشاط البشرى الذى يصل إلى ذروته أثناء النهار ويقل تدريجياً بحلول الليل إلى أن يكاد ينعدم فى معظم شوارع المدينة متمثلاً فى حركة السيارات* على الطرق وحركة السكك الحديدية وتوقف وسائل النقل العام بعد منتصف الليل تقريباً، وتوقف النشاط الصناعى فى الورش والمصانع الصغيرة ومحلات الخدمات، وانخفاض استهلاك الطاقة فى المنازل وغيرها من اشكال النشاط البشرى التى تسكن خلال الليل وتعاود نشاطها أثناء النهار.

وبعد .... يمكن أن نلخص أهم نتائج هذه الدراسة على النحو التالى:

١- يساهم الموضع الساحلى لمدينة الاسكندرية فى سيادة المؤثرات البحرية وبخاصة على النطاقات الساحلية منها ويعد ذلك عاملاً رئيسياً يؤثر فى توزيع درجة الحرارة على إمتداد المدينة.

٢- تتعدد صور إستخدامات الأرض بمدينة الاسكندرية مفضلاً عن الوظيفة السكنية وكونها ثانى المدن المصرية من حيث الحجم السكانى فهى ميناء مصر التجارى الأول، وأهم المدن الصناعية فى مصر، ولها زمام زراعى يمثل منطقة الانتاج الرئيسية لسوق المدينة يتوزع على الاطراف الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية للمدينة.

٣- تتفق كثافة السكان بالاسكندرية مع التطور العمرانى لها فأقدم المناطق عمراناً أكثرها كثافة سكانية والعكس صحيح، كما تتفق كثافة السكان مع التركيب الوظيفى للمدينة فأكثف المناطق سكاناً ظهير الميناء والنطاقات المجاورة للنطاق الصناعى المتاخم لترعة المحمودية، ونطاق القلب

التجارى، وأقل المناطق كثافة سكانية هى المجاورة للظهير الزراعى فى الشرق والتى تتركز بها سياحة الاصطياف فى الغرب.

٤- يتفق توزيع كثافة المبانى فى المدينة مع توزيع كثافة السكان فتتزايد فى النطاقات ذات الكثافة السكانية المرتفعة وتقل فى الأحياء الراقية ومناطق الاصطياف.

٥- ترتفع كثافة المنشات الصناعية والمخابز بمنطقة القلب التجارى للمدنية ونطاق ظهير الميناء فى حين تقل فى باقى نطاقات المدينة.

٦- تعد النطاقات الداخلية للمدينة أعلى نطاقات المدينة حرارة اثناء النهار، وتنخفض درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه من النطاقات الداخلية نحو ساحل البحر فى الشمال ونحو الهوامش الجنوبية الزراعية وبحيرة مريوط فى الجنوب، وبلغ المدى الحرارى بين أعلى درجة حرارة فى النطاقات الداخلية وأقلها فى النطاقات الساحلية ٥,٥ درجة مئوية فى حين بلغ المدى الحرارى بين أعلى درجة حرارة فى النطاقات الداخلية وأقلها فى النطاقات الجنوبية ٣,٥ درجة مئوية. ويعد معدل الانخفاض التدريجى فى درجة الحرارة من النطاقات الداخلية نحو الساحل أسرع من مثيله المتجه صوب الظهير الزراعى وبحيرة مريوط جنوباً.

٧- يتوافق الارتفاع فى درجة الحرارة أثناء النهار بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل مع الارتفاع فى درجة النشاط البشرى فى منطقة القلب التجارى وبؤرة المواصلات الداخلية والتركز العمرانى الشديد بالمدينة.

٨- تعد مناطق محطة مصر، كوم الشقافة والطوبجية، باكوس، الجمرك أعلى نطاقات المدينة حرارة أثناء النهار حيث بلغت ٣٠,٥ درجة مئوية فى الأولى، ٣٠ درجة مئوية فى كل من الثانية والثالثة، ٢٩ درجة مئوية فى الأخيرة، وتقع جميعها فى أعلى نطاقات الاسكندرية من حيث الكثافة السكانية وكثافة المبانى ويضاف للجمرك وقوعه فى أعلى نطاقات الاسكندرية من حيث كثافة المخابز والمنشآت الصناعية.

٩- بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد بين درجة الحرارة - أثناء النهار - كمتغير تابع وكثافة كل من السكان والمبانى والمنشآت الصناعية والمخابز مجتمعه كمتغيرات مستقلة ٨٥, وهو ارتباط طردى قوى، وبلغت قيمة معامل التحديد ٧٢, وهو ما يعنى أن حوالى ٧٢٪ من الاختلاف فى درجة الحرارة يرجع إلى الاختلاف فى كثافة كل من المتغيرات المستقلة المذكورة.

١٠- يكون التغير فى درجة الحرارة على طول امتداد المدينة الشريطى من الغرب إلى الشرق كبيراً بالاتجاه صوب منطقة القلب التجارى ومحطة السكة الحديد وبؤرة الاتصالات الداخلية للمدينة، ثم يكاد يكون متشابهاً بالاتجاه من هذا النطاق نحو بولكلى ثم يتزايد بعد ذلك ولكن بشكل أقل من مثيله صوب القلب التجارى بالاتجاه نحو باكوس أهم المراكز التجارية الثانوية فى المدينة.

١١- يكون التغير فى درجة الحرارة أكبر فى الاتجاه من المنشية على الساحل نحو منطقة محطة مصر ثم صوب محرم بك بالمقارنة بالاتجاه من المنشية نحو كوم الشقافة والطوبجية ثم بحيرة مريوط فى الجنوب أو بالاتجاه من رشدى على الساحل صوب باكوس ثم السيوف فى جنوب شرق الاسكندرية.

١٢- يرتبط الاختلاف فى درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل مع الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية بشكل أقوى من ارتباطه مع الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمخابز، فى حين يرتبط الاختلاف فى درجة الحرارة بالاتجاه من الغرب إلى الشرق داخل المدينة مع الاختلاف فى كثافة كل من السكان والمبانى والمخابز بشكل أقوى من ارتباطه مع الاختلاف فى كثافة المنشآت الصناعية فى الاتجاه نفسه.

١٣- ترتفع درجة الحرارة أثناء الليل فى المناطق الساحلية وتنخفض تدريجياً بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل لتصل ادناها عند الاطراف الجنوبية ويبلغ المدى الحرارى بينهما ثلاث درجات مئوية، وتكون معدلات الانخفاض فى درجة الحرارة اسرع فى النطاقات الغربية للمدينة بالمقارنة بمثيلاتها بالنطاقات الشرقية.

١٤- يكون المدى الحرارى اثناء الليل بين النطاقات الساحلية والنطاقات الجنوبية للمدينة (٣ درجات مئوية) أكبر من مثيله بين النطاقات الغربية والنطاقات الشرقية للمدينة (تتروح بين ٠,٥ درجة مئوية، ١,٥ درجة مئوية)، ويعنى ذلك أن التباين الحرارى على طول الاتجاه من خط الساحل نحو جنوب المدينة يكون أكبر من مثيله على طول الاتجاه الشريطى للمدينة من غربها إلى شرقها.

١٥- يوجد إختلاف جوهرى بين الخريطة الحرارية النهارية ومثيلتها الليلية لمدينة الاسكندرية حيث يختلف كل منهما فى اتجاه التغير فى درجة الحرارة، والمدى الحرارى بين أعلى وأقل درجة حرارة، وتكون الجزر الحرارية، ومعدلات التغير فى درجة الحرارة سواء بالاتجاه جنوباً بعيداً عن ساحل البحر أو بالاتجاه من الغرب نحو الشرق.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١- السيد محمد صقر - محاصيل الخضر - مكتبة الانجلو المصرية - ١٩٦٥.

٢- أمال إسماعيل شاور - تلوث الهواء بمدينة حلوان كرد فعل لتدمير الإنسان لبيئته - المجلة الجغرافية العربية - الجمعية الجغرافية المصرية - السنة الثامنة عشرة - العدد التاسع عشر - ١٩٨٧ - ص ص ٦٧ - ٨٩.

٣- جمال الدين الدناصورى - الجغرافيا التطبيقية - طرق التطبيق وانجازاته - مكتبة الانجلو المصرية - بدون تاريخ.

٤- حسن أحمد بغدادى - فيصل عبد العزيز منسى - الفاكهة أساسيات انتاجها - دار المعارف - الاسكندرية - ١٩٧٦.

٥- زين العابدين رجب - واحة الأحساء دراسة فى مواردها المائية وتأثيرها على الاستخدام الريفى للأرض - ندوة أقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية - الرياض - مارس١٩٨٧.

٦- سعد بن عبد الله البراك - خصائص أراضى الإحساء الزراعية - جامعة الملك فيصل - قسم الأراضى والمياة بكلية العلوم الزراعية - ١٤١٤ هـ - ١٩٩٣م.

٧- شحاته سيد أحمد طلبه - مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية - نادى المدينة المنورة الأدبى - ٢٠٠٢م.

٨- صبحى يوسف عيد - الجغرافيا الزراعية لواحات الأحساء - رسالة دكتوراه غير منشورة - جامعة القاهرة - ١٩٧٩.

٩- عبد الرحمن صادق الشريف - جغرافية المملكة العربية السعودية - دار المريخ - الرياض - ١٩٧٥.

١٠- عبد العزيز طريح شرف - الجغرافيا المناخية والنباتية - دار المعرفة الجامعية - ١٩٩٢.

١١- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف - المؤثرات البيئية وأثرها فى إحداث التقلبات المناخية - الكتاب الجغرافى المئوى - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية - العدد الرابع - السنة الرابعة - ١٤٠٨هـ - ١٩٨٨م. ص ص ١١-٢٩.

١٢- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف - التذبذب الحرارى الحديث فى الأحساء بشرقى المملكة العربية السعودية - المجلة الجغرافية العربية - العدد الواحد والثلاثون - السنة الثلاثون - الجزء الأول - ١٩٩٨ - ص ص ٤١١ - ٤٣٠.

١٣- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف - التغير اليومى لأنماط درجة الحرارة فى مدينة القاهرة الكبرى - دراسة فى المناخ الحضرى - الجغرافيا والتنمية - مركز الخدمة للاستشارات البحثية - شعبة البحوث الجغرافية - جامعة المنوفية - العدد الخامس عشر - فبراير ١٩٩٩.

١٤- عبد الفتاح عثمان وآخرون - انتاج محاصيل الفاكهة - منشأة المعارف الاسكندرية - ١٩٩٠.

١٥- عبد الفتاح وهيبة - فى جغرافية العمران - دار النهضة العربية - بيروت - ١٩٧٣.

١٦- على على الخشن - انتاج القطن - دار المعارف - ١٩٦٥.

١٧- على على الخشن - محمود محمد حبيب - قواعد زراعة المحاصيل - دار المعارف بمصر - ١٩٧١.

١٨- فتحى محمد أبو عيانه - جغرافية سكان الاسكندرية - مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية، ١٩٨٠.

١٩- فتحى محمد أبو عيانه، جغرافية العمران - دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية - ١٩٩٤.

٢٠- فيصل عبد العزيز منسى - الموالح الأسس العلمية لزراعتها - دار المطبوعات الجديدة - الاسكندرية - ١٩٧٦.

٢١- كمال رمزى استينو وآخرون - إنتاج الخضر - مكتبة الانجلو المصرية - القاهرة - ١٩٦٣.

٢٢- محسن عبد الحافظ مصطفى - ارتفاع حرارة الأرض - مجلة أسيوط للدراسات البيئية - العدد الثانى - يناير ١٩٩٢ م - ص ص ١٧ - ٢١.

٢٣- محمد إبراهيم محمد شرف - ترعة النوبارية وآثارها على امتداد العمران والتوسع الزراعى فى غرب الدلتا - رسالة ماجستير غير منشورة - جامعة الإسكندرية - ١٩٨٧.

٢٤- محمد إبراهيم محمد شرف - المناخ والزراعة فى شمالى مصر - رسالة دكتوراه غير منشورة - جامعة الإسكندرية - ١٩٩١.

٢٥- محمد إبراهيم محمد شرف - المناخ والتخطيط الزراعى - دراسة تطبيقية لتحديد المناطق الأنسب مناخياً لزراعة بعض محاصيل الفاكهة فى مصر - ندوة الجغرافية والتخطيط الإقليمى - كلية الآداب - جامعة الإسكندرية - ١٩٩٢.

٢٦ - محمد إبراهيم محمد شرف - الحرارة فى مدينة الإسكندرية - دراسة فى المناخ الحضرى - إصدارات مجلة كلية الآداب - المجلد الرابع والأربعين - العام الجامعى ١٩٩٥ / ١٩٩٦.

٢٧- محمد إبراهيم محمد شرف - المخاطر المناخية على الزراعة فى واحة الإحساء - مجلة كلية الآداب - جامعة الإسكندرية - المجلد ٤٥ - ١٩٩٦/١٩٩٧.

٢٨- محمد إبراهيم محمد شرف - ظاهرة الاحتباس الحرارى - آثارها البيئية وأبعادها الاقتصادية والسياسية فى الحاضر والمستقبل - إصدارات مجلة كلية الآداب - جامعة الإسكندرية - ١٩٩٩/٢٠٠٠.

٢٩ - محمد إبراهيم محمد شرف - جغرافية المناخ والبيئة - دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية - ٢٠٠٥.

٣٠ - محمد إبراهيم محمد شرف - خرائط الطقس والمناخ - دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية - ٢٠٠٥.

٣١- محمد خميس الزوكة - مناطق الاستصلاح الزراعى فى غرب دلتا النيل - دراسة جغرافية - دار الجامعات المصرية - الإسكندرية - ١٩٧٩.

٣٢ - محمد خميس الزوكة - الجغرافيا الزراعية - دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية ، ١٩٨٩.

٣٣ - محمد خميس الزوكة - الجغرافيا الاقتصادية - دار المعرفة الجامعية - ٢٠٠٤.

٣٤ - محمد صبحى عبد الحكيم - مدينة الإسكندرية - مكتبة مصر - القاهرة - ١٩٥٨.

٣٥ - محمد صبرى السواح - أمراض أشجار الفاكهة وطرق مكافحتها - دار المعارف - ١٩٦٥.

٣٦ - محمد صبرى محسوب - المشكلات الجيومورفولوجية بالبيئة الزراعية فى واحة الإحساء - نشرة البحوث الجغرافية - كلية البنات - جامعة عين شمس - العدد الثامن - ١٩٩٠.

٣٧ – محمد صبرى محسوب – أشكال سطح الأرض الرئيسية بواحة الإحساء – دراسة جيومورفولوجية – نشرة البحوث الجغرافية – كلية البنات – جامعة عين شمس – العدد التاسع – ١٩٩٠ .

٣٨ – محمد الجزائرلى – التلوث الناجم عن مصنع سماد طلخا – مجلة كلية الآداب – جامعة المنصورة – العدد ٢٥ – الجزء الأول – أغسطس ١٩٩٩ – ص ص ٥٤٧ – ٥٧٩ .

٣٩ – محمد الفتحى بكير – تلوث الهواء وضوابطه الجغرافية فى مدينة الاسكندرية – نشرة البحوث الجغرافية – كلية البنات – جامعة عين شمس – ١٩٩١ .

٤٠ – محمد ماهر رجب وآخرون – علم أمراض النبات – مطبعة جامعة القاهرة – ١٩٨٦ .

٤١ – محمد محمود محمدين – أصول الجغرافيا الزراعية ومجالاتها – مكتبة الخريجى – المملكة العربية السعودية – ١٩٨٦ .

٤٢ – يحيى محمد شيخ أبو الخير – زحف الرمال بمنطقة الإحساء – نشرة الجمعية الجغرافية الكويتية – العدد ٦٤ – أبريل ١٩٨٤ .

٤٣ – يوسف عبد المجيد فايد – خرائط الطقس والمناخ بين الميترولوجيا والجغرافيا – مجلة الجمعية الجغرافية العربية – السنة الأولى – العدد الأول – ١٩٦٨ – ص ص ٧٣ – ١٠١ .

٤٤ – يوسف عبد المجيد فايد – مناخ مدينة جدة – مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية – المجلد الثانى – جامعة الملك عبد العزيز – جدة – المملكة العربية السعودية – ١٩٨٢ .

٤٥ – يوسف عبد المجيد فايد – التغيرات المناخية الحديثة – المجلة الجغرافية العربية للجمعية المصرية – المحاضرات العامة للموسمين الثقافيين – ١٩٨٨ – ١٩٨٩ / ١٩٨٩ – ١٩٩٠ – ص ص ٥٥ – ٧١ .

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Baik, J., & Kim, J., A Numerical Study of Flow and Pollutant Dipersoin Characteristics in Urban Street Canyons, Journal of Applied Meteorology, Vol 38, 1999, pp. 1576 - 1589.

2- Bankert, R. L., Cloud Classification of A VHRR Imagery is Maritime Regions Using a Probabilistic Neural Network, Journal of Applied Metorology, Vol. 33, August 1994, pp. 909 - 917.

3- Bartzokas, A., & Metaxas, D.A., Factor Analysis of Some Climatological Elements in Athens, 1931-1992: Covariability and Climate Change, Theoretical and Applied Climatology, 52, 1995, pp. 195 - 205.

4- Boer, G. J., & Others., Greenhouse Gas-induced Climate change Simulated with the CCC Second - Generation General Model, Journal of Climate, Vol. 5, October 1992, pp. 1045 - 1076.

5- Briggs, D.J., & Others, Mapping Urban Air Pollution Using GIS: a Regression - Based Approach, International Journal of Geographical Information Science, Vol 11, No 7, 1997, pp. 699 - 718.

6- Camuffo, D., & Others, Urban Climatology Applied to The Deterioration of The Pisa Leaning Tower, Italy, Theoretical and Applied Climatology, 63, 1999, pp. 223 - 231.

7- Chandler, T. J. London's Urban Climate, Geography Journal, 128, 1962, pp. 279 - 302.

8-Changnon, S. A., Notes and Correspondence, Contents of Climate Predictions Desired by Agriculutral Decision Markers, Journal of Applied Metorology, Vol. 31, No. 12, December, 1992.

9- Davis, R. E., Rogers, R. F., A Synoptic Climatology of Severe Storms in Virginia, The Professional Geographer, Vol. 44, No. 3, 1992, pp. 319 - 331.

10- Douglas, I., Physical Problems of The Urban Environment, Applied Geography Principles and Practice, New York, 1999, pp. 124 - 134.

11- Efrat, E. Human Ecology and The Alebedo Effect in The And Environment Human Ecology Journal, Vol. 21, No. 3, 1993, pp. 281 - 312.

12- Epperson, D.L., & Others, Estimating The Urban Bias of Surface Shelter Temperatures Using Upper - Air and Satellite data. Part I: Development of Models Predictins Surface Shelter Temperatures, Journal of Applied Meteorology, Vol 34, Febuary 1995, pp. 340 - 357.

13- Fukuoka, Y. M. & Takeuch, N., Urban Climate and Quality of Hiroshima City, Japanese Progress in Climatology, 1980, pp. 5 - 20.

14- Garnett, A., Some Climatological Problems in Urban Geography with Special Reference to Air Pollution, Transactions Institute of British Geographers, 42, 1967, pp. 21 - 43.

15- Goïta, K., & Royer, A., Land Surface Climatology and Land Cover Change Monitoring Since 1973 over a North-Sahelian Zone (Ansongo - Mali) Unsing Landsat Data, Geocarto International, Vol 8, No2, June 1993, pp. 15 - 27.

16- Gregg. D. and Introduction to Agriculutral Geography, London, 1984.

17- Gregory, K., Changing Physical Environment and Changing Physical Geography, Geography, Vol.. 77, No. 4, 1992, pp. 323 - 335.

18- Griffiths, J. Applied Climatology, an Introduction, London, 1976.

19- Grimmoond, C. S. G., Surface Deseription for Urban Climate Studies: A GIS Based Methodology, Geocarto International, Vol. 9, No. 1, 1994, pp. 47 - 58.

20- Grimmond, C.S.B., Compariosn of heat Fluxes from Summertime, Observation in The Suburbs of Four North American Cities, Journal of Applied Meteorology, Vol 34, April 1995, pp. 873 - 889.

21- Hafner, J., & Kidder, A., Urban Heat Island Modeling in coniuctin with satellite - Derived surface/Soil Parameters, Journal of Applied Meteorology, 1999, Vol 38, pp. 448-465.

22- Harris, C. M., Stonehouse, B. Antarctica an Global Climatic Change, Book Reviews, Progress in Physical Geography, Vol. 16, No. 3, September 1992, pp. 375 - 376.

23- Hassa Irrigation and Drainage Authority, General Layout, Scale 1 : 40000.

24- Hathout, S., Heat Loss Detection form Residential Areas of Winnipeg City by Using The Air- borne IR Line Scanning System, Journal of Environmental Management, 12, 1981, pp. 149 - 155.

25- Herbert, D. T., & Thomas, C. J., Urban Geography, A First Approach, New York, 1982.

26- Howard, L., The Climate of London, 1833.

27- Ichinose, T., & Others, Impaet of Anthropogenic Heat on Urban Climate in Tokyo, Atmospheric Environment, Vol 33, 1999, pp. 3897 - 3909.

28- Jacopson, M., Effects of Soil Moisture on Temperatures, Winds, and Pollatant Concentrations in Los Angeles, Journal of Applied Climatology, 1999, pp. 607 - 616.

29- Jankowiak, I., & Tanré, D., Satellite Climatology of Saharan Dust Outbreaks: Method and Preliminary Results, Journal of Climate, Vol. 5, June 1992, pp. 646 - 656.

30- Kaufman, Y. J., & Chou, Model Simulations of the Competing Effects of S02 and Co2, Journal of Climate, Vol. 6, July 1993, pp. 1241 - 1251.

31- Lino, A., & Hoyano, A., Development of a Method to Predict The Heat Island Potential using Remote Sensing and GIS data, Japanese Progress in Climatology, 1999, pp. 11- 12.

32- Masuhara, T., Studies on Air Pollution from Auctomobile exhaust in Tokyo - Analysis of Urban Influence and Estimates of Air Pollution Potential, Japanese Progress in climatilogy, 1991, pp. 122-170.

33- Kingdom of saudia Arabia, Meteorology & Envieonmental Protection administration, Scientific Informatilon and Documentes Center, Surface Monthly climatological Report.

34- MeGregor, G. R., The Tropical Cyclone Hazard over the South Chinal Sea 1970 - 1989, Applied Geography, Vol. 15, No. 1, 1995, pp. 35 - 52.

35- Meehl, G. A., & Others, Tropical Pacific International Variability and Co2 Climate Change, Journal of Climate, Vol. 6, January 1993, pp 42 - 62.

36- Meyer, W., Urban Heat Island and Urban Health: Early American Perspectives, Professional Geographer, 43, 1, 1991- pp. 38 - 48.

37- Misawa, Some Consideration on the Secular Change of "Urban Temporeature", Japanese Progress in Climatology, 1985, pp. 170 - 174.

38- Nakamura. K., City Temperature of Nairobi, Japanese Progress in Climatology, 1967, pp. 61 - 65.

39- Nakano, T., Natural Hazards and Filed Interview Research, Japanese Climatiological Siminar, 1973, pp. 72 - 96.

40- Parry, M. L., The Potential Effects of Climate Change in United Kingdom, Reviews, The Geographical Journal, Vol. 158, Part. 2, July, 1992, p. 239.

41- Perry, A., Climate, Greenhouse Warming and the Quality of Life, Progress in Physical Geography, Vol. 17, No. 3, 1993, pp. 354 - 358.

42- Pinker, R. T., & Laszlo, I., Global Distribution of photosynthetically Active Radiation as observed from satellites, Journal of climate, Vol 5, January 1992, pp. 56 - 64.

43- Richards, G., R., Change in Global Temperature: A Statistical Analysis, Journal of Climate, Vol. 6, March 1993, pp. 15 - 30.

44- Rosenzweig, G., Crop Response To Climate Change in the Southern Great Plains: A Simulation Study, The Progessional Geoprapher, Vol. 42, No. 1, 1990, pp. 20 - 37.

45- Sakakibara, Y., Effect of Urban Geometry on The Heat Island Magnitude, Japanese Progress in Climatology, 1995, pp. 79 - 88.

46- Sakaida., Stucutre and Structural Changes of Winter air Temperature Fluctuations over the far East, Japanese Progress in Climatology, 1980, pp. 63 - 70.

47- Schaetzl, R. J., & Isard, S. A. The Distribution of Spodosal Soils in South Michigan : A Climatic Interpretation, Annals, Vol. 81, No. 3, September 1991, pp. 425 - 439.

48- Sellers, A. H., & Robinson, P. J., Contemporary Climatology, New York, 1976.

49- Smith, K., Principles of Applied Climatology, England, 1975.

50- Swaid, H., Intelligent Urban Forms (IUF), A New Climate-Concerned, Urban Planning Strategy, Theoretical and Applied Climatology, 46, 1992, pp. 170 - 191.

51- Twidale, C. R., & Lageat, Y., Cliimatic Geomorphology : Critique, Progress in Physical Geography, Vol. 18, No. 3, 1994, pp. 319 - 334.

52- Unger, J., Heat Island Intensity with Different Meteorological Conditions in a Medium-Sized Town: Szeged, Hungary, Theoretical and Applied Climatology, 54, pp. 147 - 151.

53- Wokuti, Studies for the Project of Improving Irrigation and Drainage in the Region of Al-Hassa, West Germany, 1964.

54- Yamakawa, S., & Yamaguchi, T.,Analysis of Pressure Pattrens and Atmospheric Stracture on Acid Rains in Tsukuba, Japanese Progress in Climatology, 1995, pp. 97-88.

55- Yamashita, S., Detailed Structure of Heat Island Phenomena from Moving Observations form Electric Tram - Cars in Metropolitan Tokyo, Japanese Progress in Climatology, 1995, p. 72 - 78.

56- Yoshikado, H., Numerical Study of The Daytime Urban Effect and Its Interaction with The Sea Breeze, Journal of Applied Meteorolgy, Vol 31, No 10, October, 1992, pp. 1146 - 1163.

57- Zhong, S., & Takle, E.S., An Observational Study of Sea - and Land - Breeze Circulation in an Area of Complex Coastal Heating, Journal of Applied Meteorology, Vol 31, No 12, December, 1992, pp. 1426 - 1438.

فهرس المحتويات




Bibliotheca Alexandrina
1019168